www.radio.ru

4•2025

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

12 АПРЕЛЯ — ДЕНЬ КОСМОНАВТИКИ

- Радиолюбительское ТВ-вещание
- Опыты с "холодным неоном"
- Делитель частоты до 1 ГГц
- Доработки осциллографа

...и ещё 8 конструкций

ISSN-0033-765X

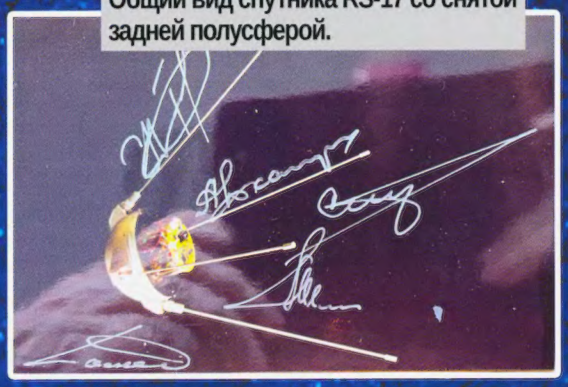
4 2025

ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОЙ СВЯЗИ НА ОРБИТАЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв Московской обл.

(см. статью на с. 45)

Общий вид спутника RS-17.



Общий вид спутника RS-17 со снятой задней полусферой.

Сергей Самбуров с французскими космонавтами Клоди Андре, Жан-Пьером Эньере и разработчиком электронного блока спутника президентом организации радиолюбителей Франции Жераром Авреем (слева направо).

QSL-карточка спутника RS-18.

Космонавты Павел Виноградов и Анатолий Соловьев (слева направо) на борту станции "Мир".

Космонавт Валерий Корзун с аппаратурой пакетной связи.

Общий вид аппаратуры пакетной связи на обложке журнала "Радио".

РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ
ЭНЕРГИЯ
ИМЕНИ С.П. КОРОЛЁВА

Космонавт Александр Калери с аппаратурой пакетной связи.

Обложка журнала "Радио" № 4 за 1994 г. Сергей Самбуров (стоит слева) проводит занятия в РКК "Энергия" с космонавтами Александром Полещуком, Александром Калери, Николаем Будариным (слева направо).

Александр Калери с "цифровым микрофоном".

В НОМЕРЕ:

ВЫСТАВКИ 4

А. ГОЛЫШКО. CES 2025 ещё способна удивлять 4

РАДИОПРИЁМ 7

В. ШЕПТУХИН. Новости вещания 7

Х. ЛОХНИ. Электронные компоненты для доработки и обновления полупроводниковых радиоприёмников выпуска 1970—1990 гг. Часть 5. Микросхемы серии К174ПС1 и их аналоги 10

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 18

В. КАЛАШНИК. Синхронный выпрямитель 18

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 20

Д. МАМИЧЕВ. Опыты с "холодным неоном" 20

А. ВАСИЛЬЕВ. Устройство защиты от перенапряжения с "жёстким" ограничением амплитуды 22

В. РУБАШКА. Световой эффект для часов "Механическая шестерёнка" 27

В. ХОХЛОВ. Станок для обмотки жгутов изоляционным материалом 30

И. НЕЧАЕВ. Инвертор "холодного неона" в импровизированном стенде для проверки и ремонта светодиодных ламп 34

О. ИЛЬИН. Устройство для принудительной остановки микродвигателя внутреннего сгорания радиоуправляемой модели 36

КОМПЬЮТЕРЫ 39

С. СУРОВ. Кроссплатформенная программа для проверки и тестирования COM-портов 39

ИЗМЕРЕНИЯ 42

А. ВИШНЕВСКИЙ. Делитель частоты диапазона 25...1000 МГц 42

ИЗ ИСТОРИИ РАДИО 43

В. КОМИН. Тайна безвестного дневника 43

"РАДИО" — О СВЯЗИ 45

С. САМБУРОВ. Из истории создания системы радиолюбительской связи на орбитальных станциях 45

Мемориал "Память" — 2024 49

А. АСТАПОВ. Радиолюбительское ТВ-вещание через геостационарный спутник 51

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 55

И. НЕЧАЕВ. Небольшие доработки осциллографа Fnirsi-1014D 55

Д. МАМИЧЕВ. Игра "Шарики в колбах" на модуле RP2040 и сенсорном дисплее 59

Р. СЕРГЕЕНКО. Ответы на викторину "Платы расширения SparkFun" 62

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 41).

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 3, 4, 9, 39, 3-я и 4-я с. обложки).

На нашей обложке. Космонавт Олег Артемьев с журналом "Радио" на борту МКС.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

РЕГУЛЯТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ГЕНЕРАТОР НА МОДУЛЕ AD9833
РЕЛЕ ВРЕМЕНИ
GPS-ЧАСЫ

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 06.03.2025 г.

IV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

РОБОТОТЕХНИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ – ЗАЩИТНИКАМ ОТЕЧЕСТВА!

14-15 МАЯ 2025

МОСКВА, ВДНХ,

ПАВИЛЬОН № 57

ОРГАНИЗАТОР

БИЗОН ОБЪЕДИНЕНИЕ ВЫСТАВОЧНЫХ КОМПАНИЙ

RAIEXPO.RU

Издаётся с 1924 года

РАДИО®

4•2025

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-87-39
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 24.03.2025 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2025. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01395-25 .

Dr.WEB

Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер службы поддержки в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

RINeT

БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:
+7(495)981-4571
E-mail:
info@rinet.ru
Сайт:
www.rinet.ru

CES 2025 ещё способна удивлять

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Правильного или неправильного выбора в реальности не существует — есть только сделанный выбор и его последствия".

Эльчин Сафарли,
азербайджанский писатель

Вот и закончилась в Лас-Вегасе крупнейшая выставка потребительской электроники CES 2025, которая проходила с 7-го по 11 января. Более 4500 компаний продемонстрировали свои самые передовые разработки, которые не только впечатляют инновациями, но и формируют будущее потребительской электроники. Публика дивилась на пылесосы с руками, планшеты с режимом читалки, телевизор с диагональю 150 дюймов, раздвижные ноутбуки, огромные голограммы, экзоскелеты для людей с ограниченными физическими возможностями, электронику с искусственным интеллектом (ИИ), а также на много-много всего разного. Из последнего мы, как всегда, рассмотрим самое-самое.

Мировые бренды любят традиционно привозить на потребительскую выставку концептуальные продукты. В этом году к ним присоединилась китайская компания XGIMI, наиболее известная своими высококачественными домашними кинотеатрами и интеллектуальными развлекательными проекторами. XGIMI интегрировала Android TV во все свои устройства. На CES компания представила прототип, который называется Ascend. По сути, это предмет мебели, внутри которого находятся проектор XGIMI Aura 2, пара саундбаров Harmon-Kardon и скручивающийся (!) 100-дюймовый проекционный экран. В сложенном состоянии это просто тумбочка. А если разложить экран частично или полностью, то можно получить хорошее полотно для вывода контента. Вот такой предмет интерьера, который может превратиться в полноценный домашний кинотеатр тогда, когда он вдруг понадобится. В остальное время он не бросается в глаза, ведь не в каждом интерьере будет органично смотреться огромный экран.

Ascend можно использовать в неполном режиме. Чтобы продемонстрировать это, представители XGIMI частично свернули экран, а затем воспроизвели видео с потрескивающим огнём. Правда, тепло данный концепт пока давать не умеет. Однако и без того его стоимость сравнима со стоимостью двухкомнатной квартиры в спальном районе Москвы.

Пожалуй, самыми ожидаемыми новинками для всех мировых "игрунов" были видеокарты Nvidia GeForce RTX 50 и технология DLSS 4. Компания представила видеокарты RTX 5090 и RTX 5080, которые поступили в продажу 30 января, а также RTX 5070 Ti и RTX 5070, которые появились в феврале (по крайней мере, в США). Новые модели оснащены усиленным "тензорным" блоком нейросетевых вычислений, обеспечивающим работу технологии масштабирова-

ния DLSS 4, которое увеличивает разрешение в играх и дорисовывает по несколько промежуточных кадров между "настоящими", чтобы увеличить плавность изменения изображения. DLSS 4 будет улучшать качество изображения на всех видеокартах серии RTX, но функция многокадровой генерации появится только на новых GeForce RTX 50. Цены в рублях — от 54 тыс. до 197 тыс.

С марта в продажу поступают первые ноутбуки с видеокартами RTX 50. У портативных видеокарт такие же названия, но внутреннее устройство и производительность сильно отличаются. GeForce RTX 5090 для стационарных ПК оснащена рекордными 32 Гб видеопамяти, задействует 21760 графических ядер и потребляет до 575 Вт энергии. Версия для ноутбуков намного слабее: 24 Гб видеопамяти, 10496 ядер и ограничение энергопотребления 150 Вт. То есть разрыв в производительности ожидается примерно двукратный или больше. При этом использование DLSS 4 в играх позволит частично сгладить разницу.

Nvidia представила также новый суперкомпьютер для работы с ИИ — Digits. Этот мини-ПК оснащён чипом семейства Blackwell GB10, который способен запускать сложные ИИ-модели. Digits работает на Linux и обрабатывает модели с 200 млрд параметров. Для разработчиков будет доступна библиотека ПО от Nvidia.

А вообще-то зачем вам друзья, когда у вас есть Nvidia? А точнее, её боты. Компания продолжает развивать автономных неигровых персонажей на базе своего ИИ-движка ACE. Новые NPC (Non-Player Character — неигровой персонаж в компьютерных и настольных ролевых играх) способны адаптироваться к игровому процессу, взаимодействовать с пользователями и даже поддерживать их в выполнении задач. Например, в PUBG (многопользовательская онлайн-игра в жанре королевской битвы) появятся "умные" напарники, которые смогут общаться с игроками, давать советы, находить и делиться добычей, управлять транспортом и сражаться. ИИ функционирует на базе языковой модели Mistral-Nemo-Minitron-8B-128k-instruct, и не только в PUBG — автономные NPC уже заявлены для Inzoi, Naraka: Bladepoint, Naraka: Bladepoint Mobile, Mir5, Dead Meat, AI People и ZooPunk.

Однако не только NPC попадут под управление ИИ. Для Mir5 заявлена система, которая сделает врагов умнее и опаснее. Новые боссы будут анализировать стратегии игроков, выбирать уязвимые цели (например, целителей), обходить танки стороной и адаптировать свои действия под экипировку персонажей. Более того, после каждой битвы монстры будут учитывать свой опыт и становиться ещё умнее. В общем, берегитесь!

В отличие от Nvidia, в AMD решили вдаваться в подробности по поводу своих видеокарт. AMD представила и новые видеокарты Radeon RX 9070 и RX 9060. Эти новинки на базе техпроцесса с разрешением 4 нм оснащены поддержкой FSR 4 с машинным обучением и предлагают улучшенные вычислительные блоки, ускорители ИИ второго поколения и трассировку лучей третьего поколения. Известно, что серия Radeon RX 9070 будет конкурировать с RTX 4070 и 4070 Ti, а RX 9060 — с RTX 4060. Вдобавок компания немного упростила названия для массового покупателя, ссылаясь на конкурентные линейки 70 и 60. Модели XT, как и Ti у Nvidia, представляют собой более производительные версии видеокарт. Основной особенностью устройств станут чип RDNA 4 и поддержка FSR 4 — технологии масштабирования на базе ИИ, аналогичной DLSS. По словам AMD, FSR 4 обеспечивает улучшенную производительность в 4K, меньшую задержку и помощь с интеграцией FSR 3.1 во всех играх. Одной из первых игр с полной поддержкой FSR 4 стала Call of Duty: Black Ops 6 — по словам посетителей выставки, технология заметно лучше предыдущей версии апскейлера. Radeon RX 9070 и 9070 XT поступят в продажу в первом квартале 2025 г., а RX 9060 — позже, в этом году. Цена видеокарт осталась неизвестной.

Также AMD представила новые процессоры для платформы AM5: Ryzen 9950X3D с 16 ядрами, 32 потоками, 144 МБ кэша и частотой до 5,7 ГГц, а также Ryzen 9900X3D с 12 ядрами, 24 потоками, 140 МБ кэша и частотой до 5,5 ГГц. Новые чипы продолжают успех Ryzen 7 9800X3D и позиционируются как ультимативное решение для игр. AMD заявляет, что Ryzen 9 9950X3D на 20 % быстрее в играх и на 10 % быстрее в рабочих задачах, чем Intel Core Ultra 9 285K.

Компания Intel уделила основное внимание чипам для ноутбуков. Мобильные Intel Core Ultra серии 200V — чипы с технологией Intel vPro, предназначенные для бизнеса, с расширенными возможностями управления и улучшенной безопасностью. Мобильные Intel Core Ultra 200HX и 200H — чипы с улучшенными ядрами Performance и Efficient, интегрированным нейронным процессором (NPU) для ускорения ИИ и графикой Intel Arc 2. Компания представила первые образцы процессора Panther Lake и подтвердила, что в настоящее время чип находится в стадии тестирования. Позже в этом году Intel начнёт их массовое производство.

Люди во всём мире полюбили инновационную технологию TCL NXTPAPER, которая представляет собой антибликовое покрытие дисплея. Хотя лидером в этом направлении правильно считать HUAWEI с экранами PaperMate, однако TCL тоже предлагает хороший продукт за более приятные деньги. Новый планшет TCL NXTPAPER 11 Plus примечателен использованием технологии четвёртого поколения NXTPAPER 4.0. Это новейшая итерация технологии электронных читалок/антибликовых дисплеев TCL. Такие экраны являются более щадящими для глаз, они больше похожи на обычную бумагу и при длительном использовании меньше напрягают глаза. Новинка получила клавишу NXTPAPER Key, однократное нажатие которой переключает пользователя в режим обычного дисплея, режим цветных чернил E Ink или режим Max Ink. Двойное нажатие кнопки запускает набор инструментов ИИ, разработанный TCL совместно с Microsoft. Длительное нажатие включено в качестве третьей опции, которую можно настроить самостоятельно.

Три года назад Lenovo показала концептуальное устройство: ноутбук с разворачивающимся дисплеем. В 2025 г. она превратила его в реальный продукт, выпустив Lenovo ThinkBook Plus Gen 6 Rollable. Выглядит он как типичный 14-дюймовый ноутбук на Windows. Но стоит нажать на специальную кнопку, как экран выдвигается вверх, превращаясь в 16,7-дюймовый дисплей. Это стало возможно благодаря использованию гибкой OLED-панели. Ноутбук выглядит довольно комично, но на практике такое решение может оказаться весьма полезным.

Samsung Odyssey OLED G6 2025 г. включает в себя то, чего мы ещё никогда не видели в коммерческих игровых мониторах, — это OLED-панель с воистину огромной частотой обновления — 500 Гц! Конечно, вам понадобится чертовски мощная игровая система, чтобы нагнать достаточно кадров, которые оправдают наличие такой частоты.

Умное кольцо Circular Ring 2 поддерживает цифровую систему определения размера. В большинстве других смарт-колец, представленных на рынке, включая Samsung Galaxy Ring, вам нужно заказать физический набор для определения размера кольца. Circular предлагает сделать это на вашем смартфоне. Кроме того, Circular Ring 2 — первое смарт-кольцо с датчиком фибрилляции предсердий (AFib), одобренным FDA (Food and Drug Administration — Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США). Раньше для этого требовались смарт-часы.

Многим знакома проблема, когда робот-пылесос не может нормально работать из-за того, что кто-то разбросал носки или что-то по полу. Но с Roborock Saros Z70 это больше не будет проблемой, потому что у него есть роботизированная рука с ИИ, которая может раскладываться и перемещать предметы, мешающие уборке. Робот может распознать предмет на полу и даже переместить его в нужное место. В случае с носком он подберёт его и положит в корзину для белья. А если ребёнок оставил на полу игрушку, он переместит её в ящик для игрушек.

Компания SwitchBot занимается производством роботов-пылесосов, и в её модельном ряду есть такие устройства, как K10 Plus Pro всего за 600 долл. Теперь она собрала многозадачного бытового робота SwitchBot K20 Plus Pro, объединив в одном корпусе различные инструменты. Например, здесь есть место для веб-камеры, которая позволит роботу-пылесосу стать охранником, направляясь в определённую часть дома, которую вы хотите контролировать удалённо. Есть также воздухоочиститель, который может не просто стоять в одной комнате, но и

КУПОН ЧИТАТЕЛЯ
Журнал Радио

самостоятельно перемещаться по дому. SwitchBot делает воздухоочиститель настраиваемым с помощью 3D-печати, предлагая владельцам создавать свои собственные модификации K20 Plus Pro.

Компания Dreame представила новый пылесос X50 Ultra, оснащённый выдвижными конечностями. Устройство способно подпрыгивать на высоту до 6 см и преодолевать мелкие препятствия, такие как двуслойные пороги или длинноворсовые ковры. Испытания, проведённые Dreame, показали, что механизм может выдержать до 30000 циклов активации. Но ценник кусается — 173000 руб.

Компания Samsung представила телевизор без проводов The Frame Pro, который подключается только в электророзетку. Для всех внешних устройств предусмотрен отдельный блок с разъёмами, который можно разместить в удобном месте. Он принимает изображение с игровых консолей, Blu-Ray-проигрывателя или компьютера и передаёт на экран через индивидуальный скоростной канал Wi-Fi 7. В новой модели использована подсветка Mini LED, благодаря чему дисплей достигает очень высокой яркости, точности оттенков и контрастности с глубоким чёрным цветом. Частоту обновления повысили с 120 Гц до 144 Гц — это заметят геймеры, но при просмотре кино и спортивных трансляций разница незначительна.

Помните телевизоры с обратной проекцией, которые были популярны в 90-е годы? Тогда это был чуть ли не единственный способ получить большой экран за приемлемую цену. В основном это были полые телевизоры, которые использовали внутреннюю проекционную систему для вывода изображения на дисплей. Сегодня появляется новая форма телевизоров, использующая принцип, схожий с обратной проекцией. Это так называемые лазерные телевизоры, и новый Hisense L9Q TriChroma один из таких, а его диагональ — 150 дюймов. Поскольку экран такой большой и способен создавать такое яркое изображение, L9Q выглядит просто потрясающе. Собственно, это один из самых красивых телевизоров на выставке. К сожалению, лазерные телевизоры пока непомерно дороги. Дабы не пугать публику, Hisense пока не раскрывает их цену.

Компания LG представила профессиональную панель Nano IPS Black с диагональю 32 дюйма и 6K-разрешением 6144×3456 пикселей — аналогично Apple Pro Display XDR. Дизайн также указывает на то, что монитор ориентирован на пользователей MacBook Pro и Mac Studio. При этом модель от LG должна быть ощутимо дешевле, чем от Apple, так как технология производства экрана тут проще и не так затратна. Подключение по Thunderbolt 5 позволяет передавать картинку и звук, одновременно заряжая ноутбук через блок мощностью до 240 Вт. Также монитор работает как USB-хаб для подключения быстрых внешних накопителей SSD и периферийных устройств.

VESA представила новые кабели DP80LL стандарта DisplayPort 2.1b, которые способны обеспечить скорость передачи данных до 80 Гбит/с на расстояние до 3 м, что устраняет ограничение по длине, существовавшее ранее для DisplayPort 2.1. Ранее кабели с такой высокой пропускной способностью не могли быть длиннее одного метра. Стандарт был разработан в тесном сотрудничестве с Nvidia. Первый запуск ожидается в ближайшее время, а полноценное внедрение — весной 2025 г.

В свою очередь, HDMI Forum анонсировал стандарт HDMI 2.2, который способен передавать данные со скоростью до 96 Гбит/с, что вдвое превышает показатели текущей версии 2.1. Новые порты появятся в первой половине 2025 г., однако пока неясно, будут ли новые видеокарты от Nvidia и AMD поддерживать этот стандарт.

Компания Razer представила эргономичное кресло Project Arielle, главной особенностью которого является возможность регулировать температуру и создавать комфортный микроклимат. Это достигается благодаря наличию двух контуров в сиденье и спинке, которые подают тёплый или холодный воздух с помощью вентилятора. Контроллер, встроенный в кресло, позволяет управлять всем этим.

Компания Proto Inc. объявила на CES о выпуске серии Proto M2 Foundation — новейшего настольного устройства для голограмм и пространственных вычислений. Proto является первоначальным изобретателем голограммных машин и платформы, которая делает возможной голопортацию и пространственные вычисления на основе ИИ. Запатентованная технология, получившая четыре награды CES Innovation Award, уже используется по всему миру в промышленности, финансах, образовании, здравоохранении, розничной торговле, гостиничном бизнесе, спорте и развлечениях и является единственным голографическим устройством с сертификацией SOC2. Усовершенствованный M2 добавляет большую вычислительную мощность, улучшенный звук, повышенную долговечность и новые возможности подключения через порты USB, Thunderbolt 4 и 2.5Gbe, а также лучшие в отрасли Bluetooth и Wi-Fi 6e со сделанными на заказ всенаправленными антеннами mimo.

"Proto имеет опыт работы с величайшими умами в ведущих компаниях во многих отраслях", — сказал Дэвид Нуссбаум, основатель Proto Inc. — "Мы транслировали генеральных директоров на крупные встречи по всей стране, а самого влиятельного человека MrBeast — со дна пещеры в Новой Зеландии на вершину моста в Северной Каролине. Мы сделали возможным первый в мире настоящий голограммный приём врача и пациента, а также первые голограммные банковские аватары. Наша платформа пространственных вычислений теперь позволяет создавать новые виды соединений, используя такие возможности, как недавний дебют первых в мире автономных агентов AI Hologram. Мы вложили всё, что узнали во всех этих различных условиях и сценариях использования, чтобы сделать M2 лучшим настольным устройством для пространственных вычислений из когда-либо созданных".

Коляски больше не нужны — автономный экзоскелет Atalante от французского стартапа позволяет людям с ограниченными физическими возможностями ходить, приседать и даже подниматься по ступенькам. Благодаря инновационному экзоскелету, состоящему из двух рам, можно свободно передвигаться, выполнять привычные действия и даже преодолевать препятствия.

Умные очки Halliday способны проецировать экран прямо на сетчатку глаза. Это первое устройство, которое предлагает такой уровень удобства и функциональности для повседневного использования. Проекционная технология DigiWindow создаёт ощущение, что перед глазами расположен небольшой экран, например, умных часов. Информация располагается чуть выше линии взгляда, что позволяет видеть её без необходимости отвлекаться от окружающего мира.

Система проекции использует точную настройку угла, что позволяет адаптировать очки под индивидуальные параметры пользователя. Это решает одну из главных проблем предыдущих моделей — плохую видимость или неудобное расположение дисплея. Несмотря на небольшие отклонения в положении проекции при движении, изображение остаётся чётким и доступным для быстрого восприятия. Дисплей показывает уведомления, маршруты навигации, напоминания и заметки. Дополнительно Halliday предлагает функции, которые поднимают их использование на новый уровень. Например, Echo Mode — встроенный ИИ-ассистент, который автоматически предлагает подсказки, анализируя контекст. А функция Cheat Sheet позволяет использовать очки как телесуфлёр для презентаций или публичных выступлений.

Управление устройством выполнено в двух вариантах. Через сенсорную панель на дужке или специальное кольцо. Второй способ обеспечивает высокую точность ввода, но является дополнительным аксессуаром. Голосовые команды дают возможность быстро переключаться между функциями или создавать заметки, что особенно удобно в движении.

В общем, Halliday — это не просто гаджет, а универсальный инструмент для работы и повседневных задач. Например, встроенный переводчик поможет в путешествиях или деловых встречах. Голосовые заметки с автоматическим созданием резюме пригодятся студентам и специалистам. А функция Audio Memo фиксирует ключевые моменты разговоров, что актуально для переговоров.

PocketBook и Sharp показали InkPoster — цифровую фоторамку на электронных чернилах E-Ink, на которую можно выводить любое изображение. Фоторамка не нуждается в подсветке и расходует энергию только при смене изображения. На одном заряде аккумулятора устройство продержится год или

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.
Апрель 2025 год

больше. InkPoster работает на технологии E-Ink Spectra 6, которая поддерживает 60000 цветов. Для сравнения, самая продвинутая цветная электронная книга Amazon Kindle Colorsoft отображает только 4096 цветов. С другой стороны, экран современного смартфона или телевизора передаёт более 16 млн оттенков. Фоторамка оснащена модулями Wi-Fi и Bluetooth, что позволяет менять изображение по беспроводному подключению.

Линейка смарт-часов Instinct от Garmin оставалась довольно похожей на протяжении многих лет. Однако в 2025 г. компания добавляет в неё модель Instinct 3, и в ней появилась особенность, которую мы ещё никогда не видели в линейке — AMOLED-дисплей. Теперь у вас есть два варианта при покупке Instinct 3: традиционная ЖК-панель или яркая AMOLED. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Например, органика — полноцветная, а ЖК — монохромная. Но вторая поддерживает ещё и зарядку от энергии солнца, благодаря чему при регулярном нахождении на улице можно попросту забыть о подключении к розетке. А вот модель с AMOLED не имеет солнечных элементов. Потенциальным покупателям Garmin Instinct 3 предстоит сделать непростой выбор.

Компания ASUS показала игровой роутер ROG Rapture GT-BE19000AI со встроенным нейропроцессором, который с помощью различных ИИ-функций блокирует рекламу, трекеры на сайтах и уменьшает пинг в играх. По характеристикам устройство получилось приличным: Wi-Fi — 7,6 ГГц, пропускная способность — до 19 Гбит/с. Можно подключить до 200 устройств, а площадь покрытия — 325 м^2.

Портативные консоли отлично подходят для игр на ходу, но новейший продукт Acer буквально раздвигает границы того, что считается таковым. Nitro Blaze 11 — массивная консоль, и с 10,95-дюймовым дисплеем она не только размером с 11-дюймовый iPad Air, но и весит столько же, сколько два iPad Air. Начинка внутри неплохая. Экран с частотой смены кадров 120 Гц, мощный процессор AMD Ryzen 7, видеокарта Radeon 780M, 16 Гб ОЗУ и накопитель ёмкостью 2 Тб. Другой особенностью консоли стали съёмные контроллеры на манер Nintendo Switch, которые можно отсоединить от корпуса и превратить в отдельный джойстик. В продажу Acer Nitro Blaze 11 поступит во втором квартале 2025 г. по цене от 112000 руб. Возможно, вам придётся подкачать запястья, прежде чем покупать такую "портативку". Странное вообще у Acer понятие портатива.

Если Acer выпускают хотя бы занятный гаджет, то ряд производителей отличились по-настоящему странными девайсами. И в каком-то смысле забавными.

К примеру, новый очаровательный гаджет от Yukai Engineering — это Nékojita FuFu. Крошечный робот-кот, которого можно прикрепить к кружке или миске. Он будет выдыхать воздух с интервалами, как человек, чтобы охладить кофе или суп. Компания утверждает, что "кот" появился после того, как руководитель команды захотел найти более простой способ охлаждать свежеприготовленное детское питание, "потому что из-за этого он часто чувствовал одышку и головокружение".

Устройство Swippitt на самом деле представляет собой "систему мгновенной зарядки" для смартфонов из пяти сменных батарей-чехлов внутри. Предварительно телефон должен быть одет в особый чехол. Как только пользователь кладёт смартфон в Swippitt Hub, устройство достаёт картридж-батарею, заряженную до 100 %, и вставляет её в чехол телефона. По словам производителя, весь процесс занимает всего 30 с. На выходе получите смартфон, к которому прикреплён дополнительный аккумулятор на 5000 мА·ч, что продлит время автономной работы с 1 до 1,5...2 дней без необходимости самому подзаряжать Power Bank и носить его отдельно. Пока Swippitt создала чехлы только для iPhone 14, 15 и 16. К концу года компания завезёт кейсы для линейки Samsung Galaxy S и Google Pixel. Стоимость одного чехла — 12800 руб. Цена станции Swippitt Hub — 48000 руб. Этакий Power Bank, заменяющий беспроводные зарядки.

Выдвижная клавиатура AutoKeybo использует встроенную камеру для определения положения ваших рук и автоматически переключается между режимами, когда вы слегка поднимаете их. Предполагается, что это поможет вам "повысить продуктивность", избавив от необходимости перемещать руки между мышью и клавиатурой. Стоит такой крайне полезный девайс довольно много — более 70 тыс. руб.

Мируми — маленький пушистый робот, который цепляется за сумку или рюкзак. Он поворачивает голову, чтобы с любопытством осмотреться в комнате, используя встроенные датчики. Но, как и младенец, Мируми немного застенчив, поэтому он прячет лицо, если к нему прикасаются или подходят незнакомцы. Компания Yukai Engineering, разработавшая Мируми, планирует выпустить робота-игрушку уже в этом году. Его цена составит порядка 7 тыс. руб. Робот при небольших исправлениях во внешности отлично подойдёт для представительниц прекрасного пола, посещающих гламурные вечеринки. Теперь им не придётся таскать с собой своих йоркширских терьеров, рискуя оказаться с подмоченной (в прямом смысле) репутацией.

Кажется, всё. Порадовавшись за прекрасный пол и мировую потребительскую индустрию, мы оперативно направились к редакционному бизнес-джету с надписью "Радио" во весь фюзеляж. Лас-Вегас, прощай! У нас ещё до старта 14 минут.

По материалам

https://clck.ru/3G5EEp,
https://clck.ru/3G5ECY,
https://clck.ru/3G5E9X,
https://clck.ru/3G5E39,
https://clck.ru/3G5ELV,
https://clck.ru/3G5EPL,
https://clck.ru/3G5EUa

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк

РОССИЯ

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. В феврале стартовало вещание радиостанции "Радио Monte Carlo" во Владимире. Частота вещания — 88,4 МГц (источник — URL: **https://rmg.ru/news/radio-monte-carlo-zazvuchalo-vo-vladimire** (24.02.25)).

ДНР. 20 января 2025 г. в Донецке на частоте 92,7 МГц начала своё вещание радиостанция "Калина Красная". Вещание осуществляется в режиме стерео, без RDS (источник — URL: **https://vk.com/wall-134632126_53592** (24.02.25)).

ЗАПОРОЖСКАЯ ОБЛ. В Бердянске на частоте 107,9 МГц начала круглосуточное вещание танцевальная радиостанция "Радио DFM" (источник — URL: **https://vk.com/wall-134632126_54013?ysclid=m7iqc3lw7l847752598** (24.02.25)).

Также в Бердянске на частоте 97,9 МГц началось круглосуточное вещание радиостанции "Юмор ФМ" (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/40696** (24.02.25)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 22 января 2025 г. жители столицы Кузбасса Кемерово впервые услышали танцевальную радиостанцию "Радио Рекорд". Частота вещания — 92,1 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-116279906_1811** (24.02.25)).

1 февраля 2025 г. стартовало вещание радиостанции Love Radio в г. Междуреченске. Частота вещания — 107,2 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/13546.htm** (24.02.25)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. С 1 февраля 2025 г. радиостанция "Дорожное радио" в Сочи изменила частоту вещания. Теперь частота вещания —

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

98,9 МГц (источник — URL: **https://emg.fm/news/1665** (24.02.25)).

В Сочи на частоте 106,9 МГц начала вещание радиостанция "Радио Шоколад". Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://onair.ru/s/enews/view_msg/NMID__91151/** (24.02.25)).

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля 2025 г. в Мончегорске на частоте 99,5 МГц начала вещание радиостанция "Радио Шансон" (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/13536.htm** (24.02.25)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. В г. Сергаче началось вещание радиостанции "Русское Радио". Частота вещания — 87,6 МГц (источник — URL: **https://rmg.ru/publications/%22russkoe-radio%22-rasshiryaet-zonu-veshaniya** (24.02.25)).

НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ. В Сузуне начала вещание радиостанция "Ретро FM" на частоте 99,9 МГц. Мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: **https://vcfm.ru/radio/gorod_all.php?gorod=%D0%A1%D1%83%D0%B7%D1%83%D0%BD&obl=56** (24.02.25)).

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля 2025 г. в Оренбурге в полночь по местному времени на частоте 88,9 МГц началось вещание радиостанции "Радио Шоколад" (источник — URL: **https://vk.com/radiogovor?reactions_opened=wall-190374631_1094&w=wall-34682799_40250** (24.02.25)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. В Кузнецке на частоте 100,7 МГц с 5 февраля 2025 г. начало вещание "Татарское радио" (Татар Радиосы) (источник — URL: **https://vk.com/vcfm2014?menu_opened=undefined&reactions_opened=wall-62613163_24528&w=wall-48482341_1410** (24.02.25)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. "Радио Максимум" 29 января 2025 г. начало вещание в г. Чайковском на частоте 102 МГц. Ранее на этой частоте транслировалась радиостанция "Пионер FM" (источник — URL: **https://rmg.ru/news/radio-maximum-zazvuchalo-v-gorode-chajkovski** (24.02.25)).

С 1 февраля 2025 г. радиостанция "Маруся ФМ" начала вещание на частоте 101,5 МГц в Чайковском. Ранее на этой частоте транслировалась радиостанция "Радио DFM" (источник — URL: **https://vk.com/wall-190374631_1505?ysclid=m7iqml7urw575035331** (24.02.25)).

ПСКОВСКАЯ ОБЛ. В январе 2025 г. филиал РТРС Псковский ОРТПЦ начал трансляцию радиостанции "Радио Ваня" с региональными вставками в Опочецком районе на частоте 97,5 МГц. Мощность передатчика — 500 Вт. Высота подвеса передающей антенны — 168 м (источник — URL: **https://pskov.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radiostantsii-radio-vanya-v-opochetskom-rayone/** (24.02.25)).

С 1 февраля 2025 г. филиал РТРС Псковский ОРТПЦ начал трансляцию регионального музыкально-информационного радиоканала "7 Небо":

— в Дедовичском районе — на частоте 100,6 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Высота подвеса передающей антенны — 200 м;

— в Новосокольническом районе — на частоте 95,8 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Высота подвеса передающей антенны — 240 м;

— в Опочецком районе — на частоте 105,4 МГц. Мощность передатчика — 1,0 кВт. Высота подвеса передающей антенны — 175 м (источник — URL: **https://pskov.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-rk-7-nebo-na-trekh-obektakh-filiala-v-pskovskoy-oblasti/** (24.02.25)).

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. 1 февраля 2025 г. радиостанция "Радио Monte Carlo" начала вещание в г. Сасово. Частота вещания — 101,8 МГц (источник — URL: **https://rmg.ru/news/radio-monte-carlo-zazvuchalo-v-sasovo** (24.02.25)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. 16 января 2025 г. филиал РТРС Санкт-Петербургский РЦ временно приостановил трансляцию радиоканала "Радио Мария" в Санкт-Петербурге на частоте 1,053 МГц и г. Выборге на частоте 92,6 МГц. Решение о выключении передатчиков до 17 марта 2025 г. принял вещатель (источник — URL: **https://vk.com/tvradio47?w=wall-67314840_5630** (24.02.25)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. 13 января 2025 г. на частоте 69,02 МГц в Екатеринбурге снова началось вещание радиостанции "Джем ФМ" (источник — URL: **https://vk.com/wall-20890825_31501?ysclid=m7iqrs3gbx786962298** (24.02.25)).

К региональной сети вещания радиостанции "Маруся ФМ" присоединились ещё два города Свердловской области: Алапаевск (частота вещания — 97,3 МГц) и Красноуфимск (частота вещания — 98,4 МГц) (источник — URL: **https://vcfm.ru/radio/gorod_all.php?gorod=%D0%90%D0%BB%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA&obl=67** (24.02.25)).

В г. Асбесте началось вещание радиостанции "Русское Радио". Частота вещания — 106,5 МГц (источник — URL: **https://rmg.ru/publications/%22russkoe-radio%22-rasshiryaet-zonu-veshaniya** (24.02.25)).

СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ. Во Владикавказе на частоте 99,2 МГц началось вещание радиостанции "Хит FM" (источник — URL: **https://www.radiogrom.com/radio_news/index.php?id=29152** (24.02.25)).

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. Смоленский ОРТПЦ начал трансляцию православной радиостанции "Радио Вера" в Вяземском районе Смоленской области с 29 января 2025 г. Частота вещания — 88,3 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://smolensk.rtrs.ru/tv/radioveshchanie/smolenskiy-ortpts-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-radio-vera-v-vyazemskom-rayone-smolenskoy-oblas/** (24.02.25)).

Радиостанция "Радио Комсомольская правда" начала вещание в Смоленске на частоте 99 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-119353800_1253?ysclid=m7iqxe10c8468186366** (24.02.25)).

УДМУРТИЯ. 15 января 2025 г. в Сарапуле начала вещание радиостанция "Европа плюс". Частота вещания — 90,3 МГц (источник — URL: **https://forum.vcfm.ru/viewtopic.php?f=2&t=166&sid=ce5e7a6f4c55c41b47eb4b7fd7f9fcf7&start=300** (24.02.25)).

ХЕРСОНСКАЯ ОБЛ. В январе 2025 г. радиостанция "Дорожное радио" начала вещание в г. Каховке на частоте 90,7 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-134632126_48848?ysclid=m7ir0hr99n969744668** (24.02.25)).

4 февраля 2025 г. на частоте 97,1 МГц в г. Геническе стартовало вещание радиостанции "Радио 7 на семи холмах" (источник — URL: **https://emg.fm/news/1668** (24.02.25)).

ПРОВОДНОЕ ВЕЩАНИЕ

В г. Заполярном Мурманской области Ростелеком прекращает оказывать услуги проводного радиовещания. По сообщению администрации Печенгского округа: "Радиотрансляционные узлы закрыты по причине износа оборудования связи, предназначенного для оказания услуг проводного радиовещания, отсутствия технической возможности его замены и в целях нивелирования риска возникновения пожара станционного оборудования из-за неисправности фидерных линий" (источник — URL: **https://severpost.ru/read/182558/** (24.02.25)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АФГАНИСТАН. В Афганистане прекратила вещание единственная в стране радиостанция "Бегум", управляемая женщинами. Инцидент произошёл 4 февраля 2025 г., когда сотрудники Министерства информации и культуры, контролируемого движением "Талибан", провели обыск в офисе радиостанции в Кабуле. В ходе рейда представители власти изъяли техническое оборудование, включая компьютеры, жёсткие диски и мобильные телефоны сотрудников, в том числе журналисток. По сообщениям источников, два сотрудника мужского пола, не занимающие руководящие должности, были задержаны. Официальные представители подтвердили факт закрытия "Бегум", объяснив это нарушением правил вещания. Власти утверждают, что радиостанция осуществляла несанкционированную передачу контента зарубежному телеканалу. Подробности этого обвинения не разглашаются (источник — URL: **https://upl.uz/world/48800-news.html** (24.02.25)).

БОЛГАРИЯ. Выпущены новые QSL-карточки БНР на 2025 г. Две серии — одна из шести, а другая из 12 карточек, называются "Красота Болгарии". Серией из шести карточек подтверждается прослушивание программ "Радио Болгария" на всех языках вещания. Серией же из 12 карточек,

изготовленных при содействии Министерства туризма Республики Болгария, подтверждается приём всех программ Болгарского национального радио в эфире (программы "Горизонт", "Христо Ботев", региональные радиостанции и передачи "Радио Болгария"). Условия получения и дополнительную информацию можно уточнить на сайте радиостанции (источник — URL: **https://bnr.bg/ru/post/102104408/novie-qsl-kartochki-bnr-predstavlaut-krasotu-bolgarii** (24.02.25)).

БОТСВАНА/РОССИЯ. Российская радиостанция международного вещания радио Sputnik расширяет радиовещание в Африке. Теперь слушать передачи радиостанции Sputnik Africa на английском языке можно на всей территории Ботсваны на частотах радиостанции GABZ FM — самой популярной коммерческой радиостанции страны (источник — URL: **https://ria.ru/20250204/sputnik-1997285417.html** (24.02.25)).

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Всемирная служба BBC сообщает, что в Великобритании и за рубежом будут сокращены рабочие места, а в BBC Monitoring будут закрыты должности в рамках ряда мер по сокращению расходов международной телекомпании. Большая часть необходимой экономии в размере шести миллионов фунтов стерлингов будет получена за счёт закрытия должностей с полным сокращением примерно на 130 должностей. Также будут внесены изменения в набор сотрудников World Service English для ввода в эксплуатацию и реорганизация некоторых языковых команд World Service для повышения внимания к цифровым продуктам (источник — URL: **https://www.broadbandtvnews.com/2025/01/29/bbc-world-service-sets-out-new-savings-plan/** (24.02.25)).

ГЕРМАНИЯ. Südwestrundfunk ("Юго-Западное радио" — некоммерческое государственное учреждение с правом самоуправления) подробно изложило свои планы расширения технологии DAB+ на 2025 г. В Баден-Вюртемберге будут добавлены площадки башен Мосбах-Бисмарк и Муррардт-Авенвальд, которые были запланированы в прошлом году, будут добавлены башни Мосбах-Бисмарк и Муррардт-Авенвальд. Ноймаген является одним из запланированных участков в Рейнланд-Пфальце, в то время как участок Hohe Derst в Южном Пфальце остаётся приостановленным из-за структурных проблем. Медиенрат дер Медиеннаштальт Берлин-Бранденбург одобрил тендер на несколько частных слотов DAB+, обслуживающих город. Канал 10B имеет две доступные возможности, в то время как каналы 7B и 12D имеют по крайней мере один открытый слот. Частная радиостанция Antenne Wiesbaden выйдет на старт вещания 2 мая 2025 г. Станция будет вещать на канале DAB+ 12C в Гессене и транслировать передачи онлайн. Родственные станции Антенн Висбаден, Антенн Майнц уже есть на DAB+ (источник — URL: **https://www.redtech.pro/germany-sees-further-dab-developments/** (24.02.25)).

ИТАЛИЯ. Национальная телерадиокомпания Италии (RAI) временно закрыла свою штаб-квартиру в Риме, после обнаружения повышенного уровня асбеста в некоторых частях здания. Объект на 14 Viale Mazzini, построенный в 1950-х годах XX века, когда широко использовался асбест, показал концентрацию вредных веществ в воздухе выше установленных законом пределов во время недавних испытаний. Это открытие вызвало немедленные меры безопасности. Из-за утечки воды, вызванной сбоем системы отопления, началась проверка органов здравоохранения, которые обнаружили, что уровни асбеста превышают пределы безопасности. В ответ RAI ускорил свои планы по освобождению здания для работ по очистке и ремонту. В здании Viale Mazzini находятся в основном административные и исполнительные офисы, а не вещательные производственные мощности. RAI расширила политику удалённой работы и перемещает необходимый персонал в другие места, включая объекты Saxa Rubra и Via Teulada (источник — URL: **https://www.redtech.pro/rais-rome-headquarters-closes-for-asbestos-removal/** (24.02.25)).

КАЗАХСТАН. Радиостанция "Радио Мир" начала вещание в Казахстане. Запуск радиостанции состоялся в год 20-летия эфирного вещания телеканала "Мир" на территории Казахстана. Сейчас "Радио Мир" вещает в семи населённых пунктах Казахстана: Кокшетау — частота вещания 103,2 МГц, Усть-Каменогорск — частота вещания 101 МГц, Талдыкорган — частота вещания 99,1 МГц, Костанай — частота вещания 98,6 МГц, Кызылорда — частота вещания 106 МГц, Курчатов — частота вещания 100 МГц и Жанашар — частота вещания 92,5 МГц (источник — URL: **https://mir24.tv/news/16623342/radio-mir-nachalo-veshanie-v-kazahstane** (24.02.25)).

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ. 24 января 1990 г., в тот же день, когда открылись Игры Содружества в Окленде, началась деятельность Radio New Zealand International (RNZI) — коротковолновое вещание на Тихоокеанский регион. Их информационные бюллетени и программы передавались с помощью нового передатчика мощностью 100 кВт. Служба была переименована в RNZ Pacific в 2017 г., однако её миссия остаётся неизменной: предоставлять новости и быть надёжным обозревателем местных новостей в Тихоокеанском регионе (источник — URL: **https://www.rnz.co.nz/international/pacific-news/539866/rnz-pacific-35-years-of-broadcasting-to-the-region** (24.02.25)).

ПОЛЬША. Польский общественный вещатель Polskie Radio отмечает своё столетие. Первая пробная передача состоялась 1 февраля 1925 г. с варшавской станции, управляемой ныне несуществующим Польским радиотехническим обществом (PTR). Первоначальные слова, произнесённые директором PTR Романом Рудневским, были: "Это пробная радиовещательная станция Польского радиотехнического общества на 385-метровой волновой полосе". Регулярное вещание началось 18 апреля 1926 г., заложив основу для богатого наследия в польских СМИ (источник — URL: **https://www.redtech.pro/polskie-radio-celebrates-100-years-of-broadcasting/** (24.02.25)).

ТУРЦИЯ. Министр Транспорта и инфраструктуры Турции Абдулкадир Уралоглу объявил о переходе страны на технологию DAB+. Уралоглу подчеркнул непреходящее влияние радио, напомнив о первой радиопередаче Турции в 1927 г.: "Радио сопровождало нас в наших домах, на рабочих местах и в путешествиях почти столетие. Оно начиналось как развлекательная среда, но развивалось и совершенствовалось, чтобы играть ключевую роль в культуре, искусстве и национальной осведомлённости". Помимо качества звука, DAB+ обогащает опыт прослушивания дополнительным контентом, таким как текст, изображения в реальном времени. Он также поддерживает устойчивость за счёт снижения потребления энергии. Один передатчик DAB + может передавать 16 каналов, используя всего 12,2 кВт электроэнергии, по сравнению с 128 кВт УКВ для того же числа каналов, сокращая потребление энергии на 90 % и снижая выбросы углерода (источник — URL: **https://www.redtech.pro/turkey-transitions-to-dab/** (24.02.25)).

ШВЕЙЦАРИЯ. Станции SRF (Швейцарское государственное радио и телевидение) теряют около полмиллиона слушателей из-за отключения аналогового УКВ-вещания. Аудитория SRF в начале года сократилась на четверть, в то время как частные радиостанции, напротив, выигрывают. Отключение привело к снижению числа слушателей на 23,5 %. Частные радиостанции демонстрируют рост, поскольку они продолжают вещание в аналоговом режиме на УКВ. Первые предварительные данные слушателей радиостанций SRF рисуют драматическую картину. По сравнению со второй половиной 2024 г. три крупные немецкоязычные радиостанции SRG—SRF1, SRF2 и SRF3 в первые две недели января 2025 г. теряли в среднем чуть менее полумиллиона слушателей в день. В абсолютных цифрах потери в SRF1 самые большие — 255300. Число слушателей SRF3 сократилось на 212900 человек, а число слушателей SRF2 сократилось на 22500 человек (источник — URL: **https://www.tagesanzeiger.ch/srf-radios-verlieren-nach-ukw-aus-halbe-million-zuhoerer-593440515500** (24.02.25)).

Хорошего приёма и 73!

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Разработка программ для микроконтроллеров STM32, ATmega и других на заказ:

Сбор данных, передача на сервер, управление, свет, звук, CAN и LIN, генерация сигналов, измерения и т. д.

E-mail: micro51@mail.ru

т. +7-912-619-5167

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Электронные компоненты для доработки и обновления полупроводниковых радиоприёмников выпуска 1970—1990 гг.

Часть 5

Микросхемы серии К174ПС1 и их аналоги

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

5. Подача сигнала на эмиттеры нижнего ДУ

При токах покоя 0,6/1,2/2,6/3,5 мА эмиттерные входы (выводы 10 и 12) имеют импеданс по 50/25/12/10 Ом на частоте до 30 МГц, на более высокой частоте нужно немного увеличить ток, и выше 100 МГц появятся заметные реактивные составляющие в импедансе. Базы ДУ (выводы 11 и 13) соединены и блокированы конденсатором ёмкостью 100 нФ. При раздельных эмиттерных входах в отдельности допускается по 20 мВ размах многотонального сигнала для уровня IM_3 = –40 дБ. Замечателен тот момент, что допустимый размах по напряжению почти не зависит от тока покоя, и это значит, что с увеличением тока покоя на столько же уменьшится входной импеданс и увеличится ДД в сторону мощных сигналов, так же и шумовая энергия транзистора. К тому же встроенные резисторы между эмиттерами и общим проводом сопротивлением 1,4...2 кОм по сравнению с эмиттерным импедансом в 30 раз больше, и это увеличивает $K_ш$ всего на 0,3 дБ вместо 4...6 дБ при подаче сигнала на базы. Практически участвует только собственный шум нижних транзисторов.

Если у системы основные параметры передачи не зависят от мгновенного значения воздействия, она считается линейной. Для симметричного усилителя в схеме с ОБ возникает интересный момент. Если моделировать входные p-n-переходы в схеме с ОБ встречно-параллельно, то их результирующее дифференциальное сопротивление почти не зависит от приложенного к ним мгновенного значения напряжения. То есть такой усилитель во входной цепи не вызывает искажения. И если токи на выходе тоже сложить встречно-параллельно в симметричном трансформаторе, вся система имеет отличную линейность. Портится это всякими паразитными сопротивлениями на кристалле, в трансформаторах и в источнике сигнала и узле смещения, но улучшение на 4...10 дБ можно получать за счёт встречно-параллельной подачи сигнала. К сожалению, создать такой трансформатор — непростая задача для частот выше 10...20 МГц, до частот 60 МГц пригодится феррит марки 50ВЧ, на частоте 100 МГц хорошо сработали доступные трансфлукторы (бинокли) из феррита 30 ВЧ.

Встречно-параллельное включение двух транзисторов в схеме ОБ ещё снизит шум на 30 %, и значение $K_ш$ = 2...2,5 дБ нетрудно получить в реальной схеме с К174ПС1, но имеется важный нюанс.

6. Шум смесителя из побочных частотных диапазонов

Применение малошумящих активных элементов само по себе ещё не гарантирует малого шума смесителя, в котором они работают. Есть большая разница между "шуметь" и "зашуметь", и это особенно ярко проявляется в узлах преобразования частоты.

Любой смеситель потенциально имеет чувствительность на зеркальной частоте. Если это не учесть в конкретной схеме, то на выходе смесителя можно получать из зеркального спектра значительную порцию шума, отчасти больше, чем из диапазона полезного сигнала. Так как верхний ДУ коммутирует токи в быстром импульсном режиме, смеситель К174ПС1 (и всякие подобные) хорошо "подслушивает" ещё диапазоны частот вокруг гармоник гетеродина. В зависимости от симметрии по гетеродинному сигналу этот шум может присутствовать в выходном шуме на 10...30 %, и при подавлении чётных гармоник это будет ближе к 10...15 % от шума основного канала и зеркального. Если не дать транзисторам нижнего этажа усилить собственные шумы в этих вредных частотных диапазонах, то $K_ш$ смесителя зависит только от входных транзисторов в режиме согласования по полезному спектру.

6.1. Образец примера схемотехники для слома привычек

Привычная нам практика в схемотехнике — подача радиосигнала от обмотки связи параллельного контура. На полезной частоте импеданс обмотки связи максимален и согласован с входом смесителя, на всех других частотах импеданс такого источника очень низкий. Поэтому все источники шума и помех входного узла на побочных частотах работают на (почти) короткое замыкание, и шумовые напряжения минимальные по сравнению с обстановкой на полезной частоте. По этой причине можем настроить контуры в приёмнике "на слух", настроив на максимум по шуму.

Совсем другая ситуация получается, если с хорошими намерениями переделать этот смеситель на подачу сигнала на эмиттеры (схема с ОБ) и пользоваться тем же входным ВЧ-фильтром, только предусмотрительно перемотать обмотку связи (меньше витков) для пониженного импеданса схемы с ОБ. В таком случае для полезного сигнала всё сделано правильно, имеется хорошее согласование по мощности, ожидается хороший малошумный приём. Однако

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2025, № 3

переделанный приёмник почему-то стал шумноватым. Причина такого результата в том, что на зеркальной частоте импеданс источника сигнала намного меньше, чем на частоте полезного сигнала. Подавление зеркального сигнала от антенны в фильтре сработает штатно, но входные эмиттеры подключены очень малым импедансом к общему проводу на зеркальной частоте и ещё на всех частотах гармоник гетеродина. Этим обстоятельством транзисторы развивают большое вредное усиление для своего собственного шума, и этот шум поступает на преобразователь в верхний этаж. Поэтому применение смесителей с эмиттерными входами, как и "продвинутых" активных смесителей на полевых транзисторах в схеме с общим затвором, может оставить изобретателя с зашумлённым приёмником. Для таких смесителей нужно применить топологию входного ВЧ-фильтра с исключительно последовательным контуром к смесителю по примеру, показанному на **рис. 11** (для ДВ-СВ-КВ-приёмника с двойным преобразованием частоты).

Входные транзисторы работают с током покоя по 1,28 мА, что даст входной импеданс по 24 Ом, и на входе трансформатора Т1 присутствует входной импеданс 50 Ом с учётом свойств трансформатора.

Фильтр на ПЧ 2513 кГц из четырёх высокодобротных LC-контуров налажен на полосу пропускания 80 кГц с элементами связи С2, L3, C5 и предоставит сигнал к выходу смесителя через чисто последовательный контур L5C6 без ответвлений в сторону. Благодаря связи контуров (расщепление резонансов) подача сигнала происходит одинаково хорошо по всей полосе пропускания, без провалов в сторону низкого импеданса. За пределами полосы пропускания выходной импеданс фильтра стремительно растёт и не даст входным транзисторам в схеме с ОБ развить усиление собственного шума. Важно выполнять всю разводку эмиттерного узла на плате с малой ёмкостью к общему проводу, чтобы не допустить набор усиления на частотах гармоник гетеродина от паразитных ёмкостей. Трансформатор нужно мотать с удачным выбором феррита, чтобы обеспечить число витков и ёмкость между обмотки малыми. Применялся трансфлуктор (бинокль) марки B62152A0007X030 (можно М1500НМС "Ферроприбор"), обмотки сделаны в плотной скрутке по четыре витка индуктивностью по 107 мкГн. Связь обмоток составляет более 99 % на частоте 2500 кГц, её можно считать идеальной.

При проверке смесителя с помощью SDR на его выходе он смог "читать" входной сигнал АМ 50 % размахом 1,4 мкВ на входе трансформатора (50 Ом) с превышением на 14 дБ над шумом при полосе 10 кГц. Это говорит о крайне малом шуме смесителя, явно ниже 6 дБ и ближе к значению 2,5 дБ. Поэтому такому приёмнику не нужен УПЧ на первой ПЧ.

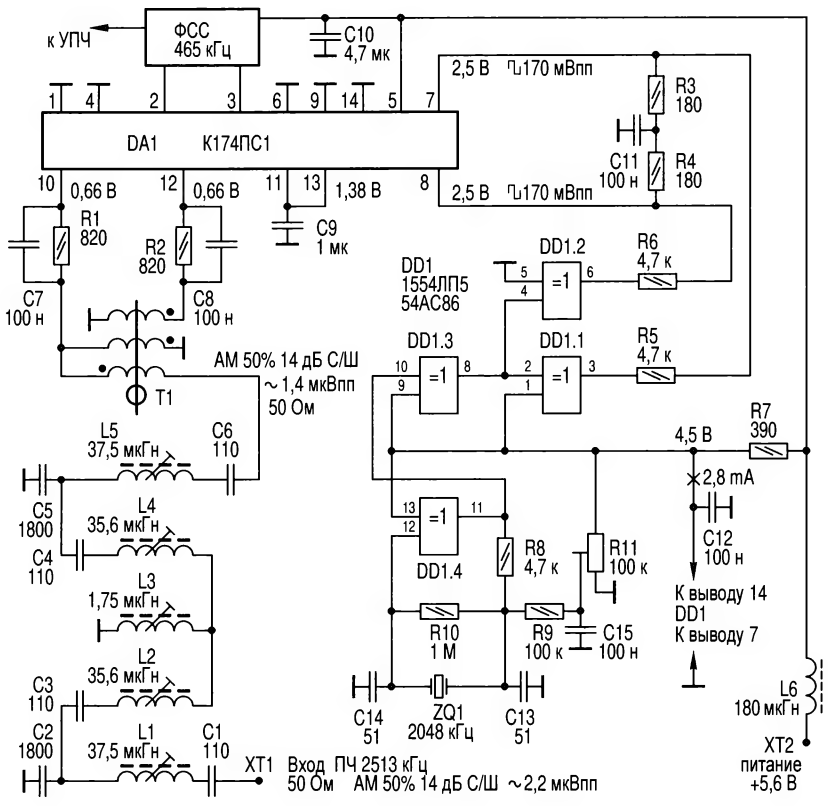


Рис. 11

Гетеродинный сигнал подаётся симметричным и с низким импедансом с идеальными импульсами размаха по 170 мВ. В гетеродине соблюдается идеальная симметричность комплементарных сигналов, узел практически не излучает, не наблюдается паразитный приём через антенну при простой экранировке с одной стороны платы. Резистором R11 можно установить идеальное подавление чётных гармоник.

На вход трансформатора Т1 можно подавать двухтональный сигнал размахом 300/90/34 мВ для уровня IM_3 –22/–40/–60 дБ соответственно. Однако это ещё не предел. Этот результат был получен при подаче пробного сигнала из источника с импедансом 50 Ом, что примерно соответствует обстоятельствам в этой схеме. Но если подавать сигнал из источника с высоким импедансом (колебательный контур с высокой добротностью, источник тока), то допускается в два раза больше напряжения при тех же искажениях. Для этого колебательный LC-контур нужно подключить к открытому коллектору с высоким импедансом (схема с ОЭ или ОБ в УВЧ) и позволить смесителю существенно (в 5...20 раз) "испортить" добротность LC-контура своим низким входным импедансом.

В этой схеме с учётом затухания в фильтре (3 дБ) допускается на входе фильтра (XT1, 50 Ом) размах двухтонального сигнала 500/150/57 мВ для уровня IM_3 –22/–40/–60 дБ соответственно, такая динамика идеально сочетается с входным диодным смесителем приёмника. Это даст для АМ-приёма ДД = 72 дБ без проявления интермодуляции при хорошо читабельном сигнале (С/Ш > 14 дБ). Если плюс к этому ещё учесть узкополосный УВЧ, то этот приёмник работает не хуже хороших 14-разрядных SDR для приёма отдельно взятого сигнала. При этом энергопотребление на порядки ниже и отсутствуют собственные помехи цифровой части в SDR. Второй смеситель с большим ДД с полным соответствием качества к первому смесителю существенно упростит требования к полосовому фильтру первой ПЧ. В этом случае полоса пропускания 80 кГц в первой ПЧ никак не портит качество. Во многих приёмниках второй смеситель слишком слаб и портит реальный приём в загруженном радиоэфире.

Если ДУ с подачей сигнала на базы имеет опасность захода в режим жёсткого ограничения по входной цепи, то ДУ в схеме ОБ со встречно-параллельным входом не имеет жёсткого порога захода в ограничение во входном узле. Обе полуволны мощного входного сигнала будут поглощены активным при этом эмиттером, пока на выходе на коллекторах хватит напряжения питания для размаха по напряжению. А на коллекторах обычно действует резонансная нагрузка, которая только в узком диапазоне частот допускает размах по напряжению, а в широком спектре импульсных помех не даст отзыва. Поэтому такой смеситель мягко отзывается на широкополосные импульсные помехи с большими пиками, так как в эти моменты радиоприём не пропадает вплоть до молчания.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

6.2. Пример подачи сигнала от параллельного LC-контура

Не всегда можно столь идеально преобразовать параллельный колебательный LC-контур в последовательный, и далеко от классической обмотки связи к выходному УВЧ-контуру не уйти. Если в приёмнике есть УВЧ, то допускается умеренное значение по $K_ш$ первого смесителя и можно подавать сигнал по примеру, показанному на **рис. 12**.

Транзисторы работают с эмиттерными токами по 1,55 мА (по 0,45 мА через

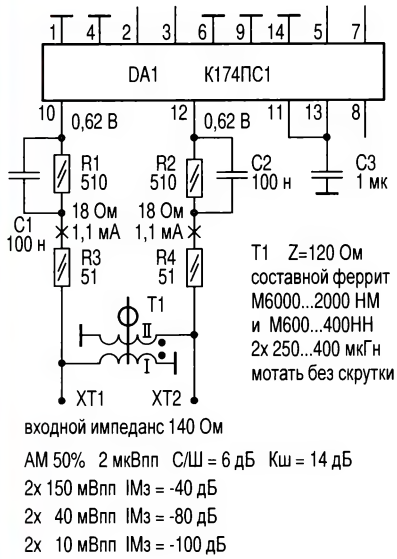


Рис. 12

ся ДД = 91 дБ, свободный от искажений и шумов. С учётом того, что АМ-сигнал приятно слушать при отношении С/Ш более 12 дБ, получится ДД 78 дБ для чистого АМ-приёма. ДД уменьшается по мере усиления в УВЧ, и его усиление не должно быть более 12...16 дБ с учётом затухания в фильтрах, чтобы приёмник остался в высокой категории.

В работающем приёмнике этот смеситель услышит собственные шумы УВЧ (без антенны) и не портит предельную чувствительность всего приёмника. Симметрично заземлённый входной трансформатор позволит подавать сигнал из незаземлённой простой обмотки связи параллельного контура. Эта схема проста в реализации, так как входной трансформатор несложно изготовить с высоким качеством. Для диапазона 0,15...18 МГц применён составной ферритовый магнитопровод из двух колец разной марки. Обмотки наматывают плоской ШПТЛ без скрутки, у которой волновое сопротивление ближе к 120...140 Ом, оставив между витками промежуток с шириной линии. На кольцах диаметром 7(10) мм можно применить провод диаметром 0,12(0,2) мм. Реально такой трансформатор может перекрывать полосу частот 0,1...40 МГц (по уровню –3 дБ) при нанесении обмотки на 75 % периметра кольца, трансфлюкторы (бинокли) тут не пригодны.

ИМС для СВЧ-смесителей (серии LT5512, LT5521, LT5560, AD8343) и заявленные к ним высокие значения по $K_ш$ обусловлены наличием таких резисторов в цепи эмиттеров. Их сопротивление подобрали на порядок больше эмиттерного импеданса при токах покоя 6...50 мА, и они создают основную долю в системном шуме, действуют в качестве аттенюатора. С другой стороны, такая схемотехника отличается встроенные резисторы) и импедансом по 18 Ом. Поэтому установка резисторов по 51 Ом создаёт аттенюатор 12 дБ, и входной импеданс смесителя к источнику составляет 140 Ом, это подобрано для работы с заводскими диапазонными модулями приёмников серии "Океан" после их доработки.

С резисторами R3, R4 получается $K_ш$ = 14 дБ для полезного сигнала, нет завышенного усиления для побочных сигналов. При многотональном сигнале размахом 16 мВ (5,7 мВ эфф, –36 дБмВт) интермодуляция тонет в собственных шумах. При $K_ш$ = 14 дБ и полосе пропускания 10 кГц мощность шумов составляет –127 дБмВт, и получается предсказуемыми параметрами и применяется в измерительной технике и базовых станциях мобильной связи в сочетании с УВЧ.

В документации на ИМС AD8343 вопросу по зеркальному шуму не уделили внимания при примерном расчёте эмиттерного согласования, у этого смесителя нет входных эмиттерных резисторов, и можно основательно просчитаться по системному $K_ш$, не применив строго последовательный контур на входе. Эта ИМС интересна тем, что непосредственно доступные эмиттеры позволят реализовать малые шумы при строгом соблюдении правил для импеданса источника. В документации обратили внимание на синфазную нестабильность таких каскадов при наличии ёмкостной составляющей у эмиттеров и индуктивной составляющей на коллекторах. В случаях самовозбуждения на УКВ, СВЧ актуальна классика — применение ферритовых бусинок или резисторов в коллекторных цепях.

У пассивных смесителей на транзисторах нет проблемы с избыточным собственным шумом (зашумление) на зеркальной частоте и в области гармоник гетеродина, и к ним можно сигнал подавать из обмотки связи параллельного колебательного контура для достижения минимального системного шума. Оттуда появилось предпочтение к пассивным смесителям у многих разработчиков, применив классику в полосовых фильтрах на входе приёмника с обмотками связи и диодным коммутатором. Утверждения о малом шуме пассивных смесителей на ПТ по сравнению с активными на тех же транзисторах сделаны без учёта зашумления собственными шумами в неудачной схеме входного узла.

6.3. Пример смесителя с кварцевым фильтром

Если в приёмнике с двойным преобразованием частоты использовать второй смеситель с большим ДД и малым шумом, можно отказаться от УПЧ для первой ПЧ (пример выше). Если с LC-фильтрами можно сделать подачу сигнала из идеального последовательного контура, то с кварцевыми фильтрами (КФ) прямого решения нет. КФ с полосой пропускания 1...20 кГц на частотах 4...23 МГц обычно имеют импеданс 0,3...8 кОм, который нужно согласовать со смесителем импедансом 25...100 Ом. На **рис. 13** показан пример согласования с помощью Г-зве-

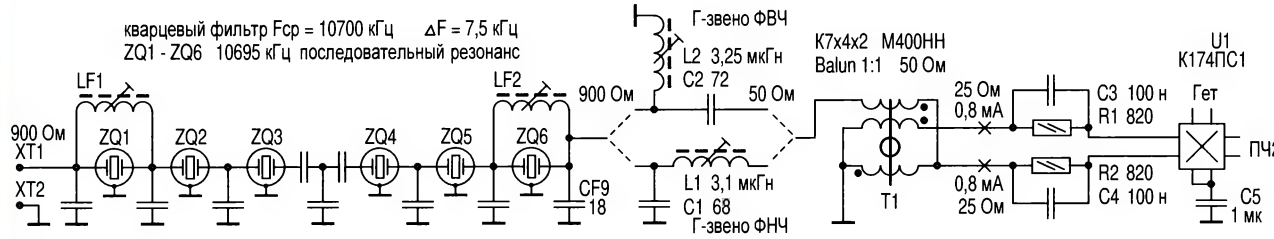


Рис. 13

на с импедансом 50 Ом смесителя на ИМС К174ПС1, на выбор предлагается Г-звено в виде ФНЧ (L1C1) или ФВЧ (L2C2).

Лестничный КФ имеет шесть резонаторов с последовательным резонансом на частоте 10695 кГц, и его АЧХ от "укорачивания" конденсаторами сдвинута на частоту 10700 кГц с полосой пропускания 7,5 кГц. В этом исполнении ёмкость крайних конденсаторов в КФ составляет по 18 пФ. Согласование с помощью Г-звена на ФНЧ L1C1 трансформирует импеданс смесителя (50 Ом) в нагрузку для КФ (900 Ом) с затуханием не более 0,2 дБ, и это есть то самое преимущество подобных схем

без участия дополнительных резисторов. Однако, так как КФ имеет крайним элементом конденсатор CF9 = 18 пФ, получается смещение последовательного резонанса на частоту 9,75 МГц, там и образуется шумовая "горка" (**рис. 14**).

Измерить это удобно при отключении гетеродина, разбалансировав смеситель, и при широкополосной нагрузке, проще говоря, при работе как усилитель.

При предполагаемой второй ПЧ на частоту 500 кГц зеркальный канал будет на частоте 9,7 МГц или 11,7 МГц. Следовательно, в этом случае использовать гетеродин частотой 10200 кГц будет плохим вариантом, а с гетеродином на частоту 11200 кГц не грозит зашумление тракта, так как в области 11700 кГц шумы на 7 дБ ниже, чем на 9700 кГц, и даже на 3 дБ ниже, чем на 10700 кГц внутри полосы пропускания КФ. Последовательная катушка индуктивности L1 препятствует шумам в области гармоник гетеродина. Интересная шумовая картина образуется внутри полосы пропускания кварцевого фильтра, на рис. 14 она заметна на частоте 10700 кГц, но сложно разглядеть тонкости. На **рис. 15** она показана детально без входного радиосигнала, а на **рис. 16** показана АЧХ методом шумового сигнала (2 кГц/дел.).

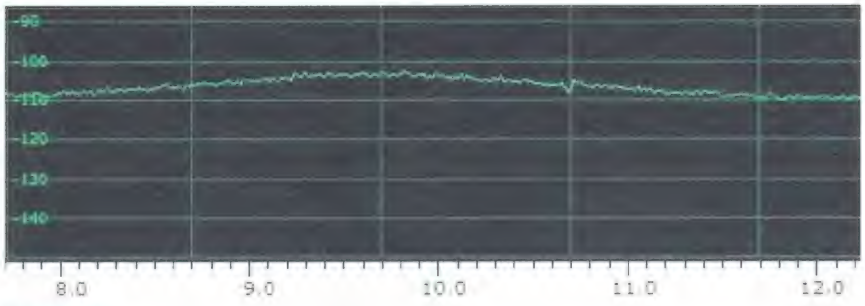


Рис. 14

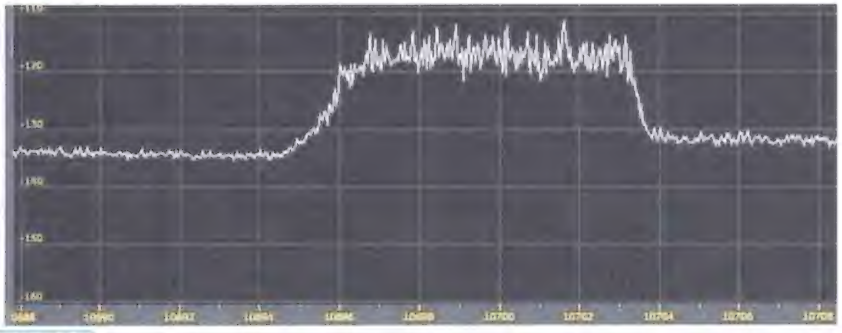


Рис. 15

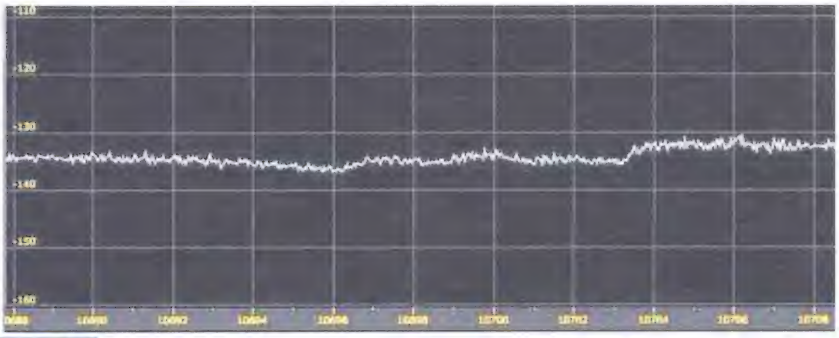


Рис. 16

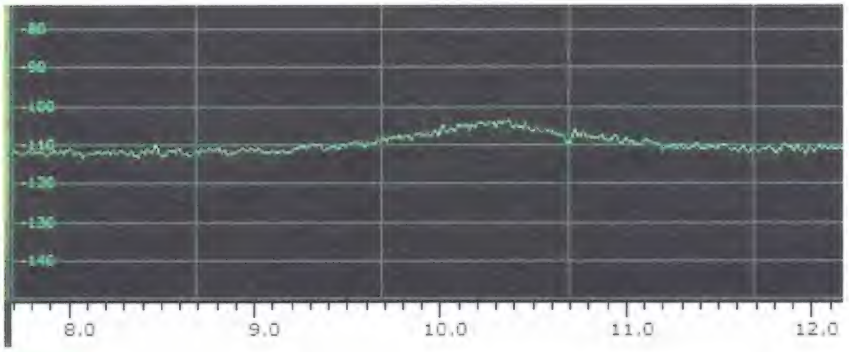


Рис. 17

Эти картины говорят о том, что внутри полосы пропускания КФ ёмкость крайнего конденсатора CF9 = = 18 пФ "растворена" в резонансной системе КФ, и на этом участке он не участвует в глобальной шумовой "горке". Шумы даже ниже, чем на соседнем канале выше частотой, и такие же, как на соседних каналах ниже.

Альтернативно можно применить Г-звено типа ФВЧ на L2C2, и они образуют последовательный резонанс на частоте 10300 кГц (**рис. 17**).

Соотношение L/C при этом больше, добротность выше, поэтому шумовая "горка" более узкая. На частоте 9700 кГц побочный шум уже не столь большой, примерно столько же, как внутри полосы пропускания. ёмкостная составляющая всего узла около 15 пФ при импедансе 50 Ом вызывает шумы на частотах выше 400 МГц, где гармоники гетеродина уже малы. Но и в этом варианте лучше бы применить гетеродин на частоту 11200 кГц для преобразования на низкую ПЧ 500 кГц, если на входе приёмника до КФ усиление небольшое.

Если применить КФ с более высоким импедансом 3...7 кОм (монолитные КФ с полосой пропускания 12...20 кГц на частотах 8...20 МГц), соотношение L/C в Г-звене намного больше и добротность этого узла больше, шумовая "горка" более узкая и шумы из зеркальных каналов проявляются слабее. Но так как у этих КФ крайний резонатор имеет параллельную ёмкость электродов к общему проводу, вариант ФВЧ тоже предпочтительный. Нужно отметить, что для случая преобразования первой ПЧ выше 30 МГц на низкую ПЧ 128...500 кГц такой смеситель — спорный вариант, так как зеркальный шум не удастся подавить при применении КФ типа двухполюсник. Если применить лестничный КФ на кварцах основного резонанса, нужно применить топологию КФ, в которой последним составным элементом установлен последовательный кварц с последовательным КПЕ. Тогда все условия подавления побочных шумов будут выполнены для работы ДУ в схеме с ОБ, и можно осуществить преобразование на низкую ПЧ с малым шумом и большим ДД.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2025

6.4. Смеситель для УКВ приёмника

Подача сигналов на эмиттеры нижнего ДУ полезна для диапазона УКВ, так как в схеме с ОБ меньше проявится деградация усиления транзисторов с ростом частоты. Если не удастся реализовать последовательный контур к эмиттерам, то желательно хотя бы выдать сигнал через индуктивный делитель по примеру, показанному на **рис. 18**.

От УВЧ (выход — коллектор или сток) сигнал поступает на двухконтурный фильтр. УВЧ с относительно высоким импедансом не портит добротность фильтра, это смеситель с низким импедансом определяет режим фильтра. В

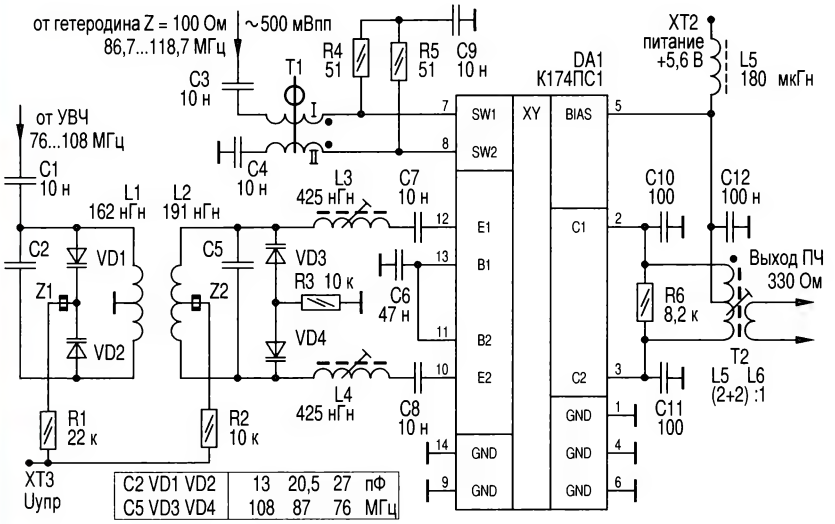


Рис. 18

этом случае из-за наличия УВЧ сделана ставка на селективность и смеситель умеренно подключён к фильтру. Поэтому затухание в фильтре может быть до 7 дБ, и это нужно учесть при расчёте системного шума. Сам смеситель шумит в пределах 3...4 дБ, и эмиттерные входы оставлены со штатным током покоя 0,5 мА, импеданс — примерно по 60 Ом. Фильтр обеспечит подавление зеркального приёма на 46 дБ. Контуры имеют индуктивную связь, и расстояние между КПИ L1, L2 зависит от многих конструктивных факторов. Эти КПИ можно исполнить перестраиваемыми, но так как перестройка осуществляется варикапами, можно наладить перекрытие по частоте через напряжение управления.

В первом контуре нет особенностей. Вся хитрость схемы скопилась во втором контуре. Подача сигнала в эмиттеры не терпит ёмкости к общему проводу, и поэтому контур нужно оставить без привязки к общему проводу. Напряжение управления подаётся на варикапы через резисторы R2 и R3 в контур к точкам виртуального заземления, в которых размах сигнального напряжения близок к нулю относительно общего провода. Ферритовые бусинки Z1, Z2 (их делают в наше время в исполнении для поверхностного монтажа) дополнительно развяжут цепь управления. КПИ L2 вместе с L3, L4 и нагрузкой образуют такую же индуктивность, как L1, и оба контура одинаково перестраиваются. Полоса пропускания составляет более 2 МГц, что делает сопряжение с гетеродином менее критичным. Для катушек индуктивности L3 и L4 подходят КПИ для верхних диапазонов КВ, отлично сработало изделие Q-3985 (**www.quartz1.com**).

На выходе смесителя сопротивление нагрузки составляет 2,6 кОм внутри полосы пропускания пьезофильтра, что обеспечит усиление 10 дБ по напряжению от входа смесителя (120 Ом) к входу пьезофильтра с узловым импедансом 160 Ом внутри полосы пропускания. С учётом затухания фильтра между УВЧ и смесителем (около 7 дБ) требования к УВЧ не особо высокие. УВЧ нагружен на 2 кОм. Конденсаторы C10, C11 улучшают подавление УКВ-сигналов на выходе, вместе образуют ёмкость 50 пФ для резонанса на частоте 10700 кГц с первичной обмоткой трансформатора T2.

При малом потреблении тока (не более 1,5 мА) такой смеситель работает на порядок лучше смесителя на ИМС NE612 и TA7358. Не должен пугать размах гетеродинного сигнала, для этого не нужен "прожорливый" буферный усилитель. Гетеродин в этом примере имеет импеданс 100 Ом и должен обеспечить на выводах 7 и 8 размах по 250 мВ (синус) для полного достижения линейности и усиления. Трансформатор T1 мотают без скрутки проводов (ШПЛТ 100...120 Ом) на ферритовое кольцо М600НН (7 или 10 мм), используя 75 % периметра. Получается индуктивность 3...5 мкГн (не критично). Так как диапазон перестройки небольшой, можно такой сигнал получать от буферного усилителя через двухступенчатое Г-звено согласованием 1000/330/100 Ом. При этом на коллекторе буферного транзистора размах будет 1500 мВ и тока покоя 2 мА вполне достаточно. Заодно трансформирующие Г-звена убирают гармоники, и смеситель получает заветный чистый синус, раз дело не дошло до симметричных импульсов из ЭСЛ-элемента. Побочные шумы из зеркального канала и области гармоник не возникают из-за влияния КПИ L3 и L4.

Этот смеситель можно существенно улучшить при использовании ИМС КМ174ПС4. Для этого к выводам 10 и 12 подключают RL-цепи к общему проводу, резисторами устанавливают эмиттерные токи по 2,6 мА, получается входной импеданс по 12...15 Ом, дроссели выбирают по собственной резонансной частоте 100 МГц. Применяют КПИ L2 = 212 мкГн и L3 = L4 = 250 мкГн. Подавление зеркального приёма улучшается до 48 дБ, шум смесителя немного уменьшится, затухание фильтра станет 4 дБ. Поэтому можно в выходном трансформаторе T2 немного уменьшить коэффициент передачи и на 20...30 % в пользу линейности, сопротивление резистора R6 уменьшают на 50 %, проверяют АЧХ последующего пьезофильтра. Это мероприятие даст прирост по ДД примерно на 10...12 дБ. Требования к гетеродину не изменились.

7. Коэффициент передачи смесителя

В литературе редко можно найти методику, как правильно рассчитать коэффициент передачи полезного ВЧ-сигнала к ПЧ-выходу для реального смесителя. Так как эти смесители только в ключевом режиме по гетеродину работают хорошо, для практики нет смысла использовать громоздкий математический аппарат. Можно существенно упростить расчёты вплоть до простой аксиомы. Нижеперечисленные закономерности с хорошей точностью работают для частот до 30(10) МГц для ИМС К174ПС1 (К526ПС1).

7.1. Подача сигнала ВЧ на верхний ДУ

Для начала предположим, что популярный симметричный гетеродин нижнего этажа на мгновение остановлен, и только один из нижних транзисторов отдаёт в верхнюю пару транзисторов свой ток покоя 0,5 мА и такой же перехваченный ток покоя другого транзистора — в итоге это 1 мА.

Этот ток разделяется в двух верхних активных транзисторах и вызывает эмиттерный импеданс по 50 Ом. То есть межэмиттерный импеданс у них составляет 100 Ом в среднем, а при пиках 100(101;110) для сигналов размахом по 3(10;40) мВ между базами. Следовательно, можно предположить, что для слабых ВЧ-сигналов на выводах 7 и 8 крутизна ДУ составляет примерно 10 мА/В во время одной половины гетеродинного сигнала, если это происходило бы в ключевом режиме. Если гетеродин приостанавливать в момент равенства токов из нижнего этажа, к коллекторам сигналы складываются проти-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вофазно и никакие сигналы не проходят. При входном разностном размахе 10 мВ (для хорошей линейности искажения менее –40 дБ) образуется на коллекторных выходах размах тока по 100 мкА, сигнальные токи на коллекторах противофазные. Если на коллекторах установить нагрузки по 1 кОм, получаем по 100 мВ размаха сигнала и усиление к выходу коллекторам по 20 дБ (10 раз), разностное усиление получилось бы 26 дБ (20 раз).

При запуске гетеродина дифференциальные сигнальные токи как бы "разрубаются". По длинным формулам о расщеплении спектров получаем на полезной ПЧ 63 % тока, по зеркальной ПЧ — тоже 63 % тока. Они по фазе и частоте разные, законы Кирхгофа и сохранения энергии не нарушены, "вечный двигатель" на этом не построить, работают векторы. К высокочастотным сигналам вокруг гармоник гетеродина тоже уходит часть токов — 10...30 %. Это всё легко проверить, настроив коллекторный колебательный контур на соответствующую частоту, или подать на анализатор спектра при широкополосной нагрузке. Если в начатом выше эксперименте к коллекторному резистору (1 кОм) пристроить колебательный контур на ПЧ, эта нагрузка берёт на себя размах 63 мкА, и получаем сигнал ПЧ размахом 63 мВ на одном коллекторе или 132 мВ между коллекторами. То есть крутизна верхнего этажа составляет +6,3 мА/В на одном коллекторе и –6,3 мА/В на другом для разностного сигнала между базами в режиме хорошо налаженного смесителя, итого 12,6 мА/В. Если учесть не совсем идеальный процесс переключения транзисторов, заявленная в документации крутизна 5 мА/В при смесительном режиме соответствует худшей схеме с отбором сигнала у одного выхода. Со встроенным гетеродином эта крутизна достигается тем, что усреднённый за полупериод ток равен 1 мА с пиком 1,55 мА. Усреднённое за полупериод усиление штатное, только интермодуляции заметно больше, как и шумы из-за искривлённых импульсов.

7.2. Подача сигнала ВЧ на нижний ДУ

В этом случае появится элемент межэмиттерной ООС. Нужно отметить, что эмиттерные встроенные резисторы сопротивлением 1,4...2 кОм уже создают некоторую передачу сигнала, даже если между эмиттерами нет никакой связи. Начальная крутизна одного отдельного транзистора составляет 0,7...0,5 мА/В для сигнала на базе относительно общего провода. Для разностного сигнала между базами имеется крутизна 0,35...0,25 мА/В при условии, что эти противофазные сигналы относительно общего провода. При работе верхнего этажа эти значения уменьшатся до 63 % для спектра ПЧ. Но это не то усиление, которое нужно на практике, но оно есть и может вызвать "загадочную" передачу сигнала, когда этого не ждём. В ИМС К526ПС1 и МС1496 этого эффекта нет, так как эмиттеры питаются от источника тока.

При токе покоя по 0,6 мА начальный межэмиттерный импеданс — 100 Ом, и к нему прибавляется установленный резистор R_{ooc} сопротивлением до нескольких сотен ом. Внешний резистор уменьшит крутизну $S_{ooc} = 1/(100\ Ом + R_{ooc})$ при токе покоя по 0,5 мА. Далее в верхнем этаже под действием сигнала гетеродина происходит перемножение токов с коэффициентом передачи 63 % на выходе.

При подаче ВЧ-сигнала на эмиттеры (схема с ОБ) имеем изначально токовый сигнал и достаточно применить коэффициент 0,63 для токов на выходе в ПЧ-спектре. То есть, если на эмиттерах имеется сигнал размахом по 100 мкА (противофазные токи), то на коллекторах имеются противофазные токи размахом по 63 мкА в нагрузку для ПЧ-сигнала. Эмиттерный импеданс при токе покоя 0,5 мА составляет 55...60 Ом, от чего сигнальный ток по 100 мкА соответствует размаху по 5,5...6 мВ на эмиттерах и приведёт к размаху напряжения по 63 мВ на коллекторах при нагрузках по 1 кОм с параллельным LC-контуром, настроенным на ПЧ (или зеркальную ПЧ). Усиление этого смесителя будет $K_{пер} = 11 = 21$ дБ по напряжению.

Из вышеизложенного нетрудно понять, насколько невыгодно снимать сигнал ПЧ только с одного коллектора, теряется сразу 6 дБ усиления в тракте. Мало того, ещё это не даёт извлечь все выгоды подавления вредных сигналов. Именно противофазное комбинирование выходных токов в трансформаторе (или в зеркале тока) доведёт смеситель до заложенного качества с подавлением гармоник сигналов, особенно чётного порядка.

Полезно запомнить, что в ключевых смесителях ток или напряжение сигнала передаётся на 63 % по сравнению с режимом прямого пропуска сигнала при приостановке гетеродина в одном из стационарных состояний с учётом "перехвата" токов из другого плеча симметричной схемы. Поэтому в формулах часто встретим идеальное затухание –3,9 дБ (0,63), если бы не было вредных свойств компонентов. Используя это правило, можно предсказать коэффициент передачи диодного смесителя с учётом дифференциального сопротивления диодов при усреднённом за полупериод токе гетеродина. При преобразовании с укороченными импульсами гетеродина коэффициент станет пропорционально меньше. Это нужно учесть для особого вида смесителя, как узла суммирования и хранения на входе АЦП.

8. Выходная коллекторная цепь

При налаженной работе для транзисторов верхнего этажа напряжение $U_{кб}$ должно всегда оставаться более 0,5 В для обеспечения линейности и устранения вредного действия нелинейной ёмкости коллекторного перехода. К примеру, при напряжении питания +5 В и несимметричной подаче сигнала гетеродина (синус) размахом 700 мВ базовое напряжение в пике будет +2,95 В, и коллекторное напряжение не должно отпускаться ниже +3,5 В. Поэтому при таком напряжении питания на коллекторном LC-контуре допускается размах сигнала не более 3 В. Если из вышеуказанного примера исходить из размаха сигнального тока 63 мкА (ПЧ), то это соответствует максимально допустимому сопротивлению нагрузки $R_{наг\ макс} = 3\ В/63\ мкА = 47,6\ кОм$, и чисто арифметически можно рассчитать коэффициент передачи до 40 дБ, если работать с R_{ooc} = 360 Ом и токами покоя по 0,5 мА. Однако в реальности это не так, чтобы радиоприём устроил по качеству, и причин этому несколько.

Коллекторные выходы транзисторов не имеют бесконечно большое выходное сопротивление, на КВ оно составляет не более 100 кОм, на УКВ несколько килоом в лучшем случае. Мало того, дифференциальное сопротивление тоже зависит от мгновенного напряжения и тока и меняется в ритме сигнала. Поэтому не стоит изначально планировать сопротивление нагрузки более 10 кОм на один коллектор для частот до 10 МГц, а для смесителей с допуском по искажениям не более –60 дБ ограничиться сопротивлением 1...2 кОм для полезного спектра. На частотах выше 30 МГц на выходе смесителя нагрузка 0,2...0,8 кОм более адекватная.

Ещё нужно обеспечить монотонную передачу (не обязательно идеально линейную) импульсных помех в рамках возможностей ДУ. То есть при токе покоя по 0,5 мА на коллекторе может появиться импульсный ПЧ-сигнал размахом 0,63 мА. Даже при напряжении питания +9 В и размахе сигнала на колебательном контуре 10 В это соответствует нагрузке 15 кОм, а при напряжении питания +5 В нагрузка 4,7 кОм — предельная для одного коллектора, если на вход смесителя поступает широкий спектр "гремящего" радиоэфира. Увеличение тока покоя "укрепит" нижний ДУ, но в той же мере придётся уменьшить сопротивление нагрузки и переделать согласование с ПЧ-фильтром, чтобы не потерять качество по системному шуму.

Многие ПЧ-фильтры имеют жёсткие ограничения по допустимому размаху напряжения от смесителя. Сначала возникает интермодуляция, а потом необратимое изменение параметров. Пьезофильтры без проблем выдержат размах 2 В внутри полосы пропускания и 4...6 В вне полосы. ЭМФ с магнитострикционными преобразователями промышленного назначения ограничены размахом 1...2 В по интермодуляции (полная обмотка преобразователя). Малогабаритные ЭМФ для бытовой аппаратуры (серия "Надежда" с полосой пропускания 6...13 кГц) при сигналах размахом 30...50 мВ образуют IM_3 на уровне –40 дБ, и их не стоит применять в хорошем приёмнике, даже стыковать с ИМС К174ХА2 нет смысла. Профессиональные ЭМФ с пьезопреобразователями (серии ФЭМ4-ххх и специзделия) выдержат размах до 3...5 В внутри полосы пропускания без мешающего уровня интермодуляции, но более 1...2 В не стоит планировать для качественной работы. Так как они обычно согласуются с нагрузкой сопротивлением 3 кОм, это

обеспечит большой ДД, и эти ЭМФ могут работать без глубокой АРУ в каскадах до их входа. Классические LC-фильтры образуют искажения в ферритовых магнитопроводах при работе с высокой нагруженной добротностью (узкополосная АЧХ), и тут спасёт только увеличение размеров магнитопровода феррита. Кварцевые фильтры и фильтры на ПАВ на частотах выше 4 МГц очень стойкие к пиковым сигналам в рамках электрической прочности. Интермодуляция, чтобы она была "слышна", у них возникает при мощности сигнала в десятки милливатт внутри полосы пропускания при превышении штатной допустимой мощности на один кристалл (обычно 1...5 мВт). Поэтому в хороших приёмниках целесообразно сначала установить ПЧ-фильтр с хорошей прочностью и линейностью, а после него уже другие фильтры, и это есть одна из причин, почему и применяются приёмники с двойным преобразованием и отличными смесителями. Правильно разработанный выходной контур смесителя также защитит ПЧ-фильтр от режима с интермодуляцией или от разрушения. Если добавить защитные диоды к дорогостоящим фильтрам, они должны для штатной ситуации и при терпимых импульсных помехах однозначно оставаться с обратным смещением и сработать исключительно при опасном пике. Встроенные ограничительные диоды на выходе смесителя в составе ИМС TA7358 (и подобных) не стоит брать в пример.

9. К174ПС1 при напряжении питания 3,6...4,3 В

В наше время не использовать для питания приёмников Li-Ion-аккумуляторы было бы неуместно, а потерять универсальную ИМС К174ПС1 тоже не хотелось при доступности отечественных вариаций на эту тему. Так как в ИМС имеем дело с четырьмя диодами или двумя этажами транзисторов, по сути, ничего не мешает работе при таком низком напряжении питания. Нужно только тщательно вписать все размахи сигналов по напряжению в эти два этажа и обеспечить требуемое смещение на базах. Вариант такой схемы смесителя показан на **рис. 19**.

Резисторами R5 и R6 "подтягивают" напряжения смещения в обход ослабленного тока смещения на выводе 5. Чтобы при малом напряжении обеспечить приемлемое усиление, нужно снизить импеданс узлов за счёт увеличения тока покоя с помощью RL-цепей R1L1 и R2L2. Токи эмиттеров составляют 2 мА, и итоговый межэмиттерный импеданс с резистором R7 доведён до 130 Ом. Между эмиттерами допускается размах сигнального тока ±1,5 мА для искажений менее –40 дБ, и это соответствует на базах (выводы 13 и 11) разностному сигналу размахом 390 мВ от симметричной обмотки связи. Это преобразуется к выходным коллекторам в размах тока по ±1 мА (противофазно) на ПЧ. Резистор R8 и трансформатор T1 без участия фильтра Z1 создают к коллекторам нагрузки по 200 Ом, и на коллекторах получается размах по ±200 мВ, если фильтр Z1 не забирает сигнал вне полосы пропускания. Внутри полосы пропускания хороший полосовой ПЧ-фильтр вызывает снижение сопротивления до 50 % и на коллекторах будет сигнал размахом по ±100 мВ. Соотношение обмоток и номинал резистора R8 нужно подобрать по паспортным данным фильтра Z1. К контурной обмотке T1 ещё потребуется конденсатор для получения резонанса на рабочей частоте фильтра. Однако, особенно при ключевом режиме смесителя, стоит "разделить" этот конденсатор и часть пристроить прямо к коллекторам для эффективного подавления гармоник гетеродина, чтобы они не излучались. Так как коллекторные обмотки имеют меньше витков, конденсаторы C20.1 и C20.2 могут иметь достаточно большую ёмкость по сравнению с C20.3.

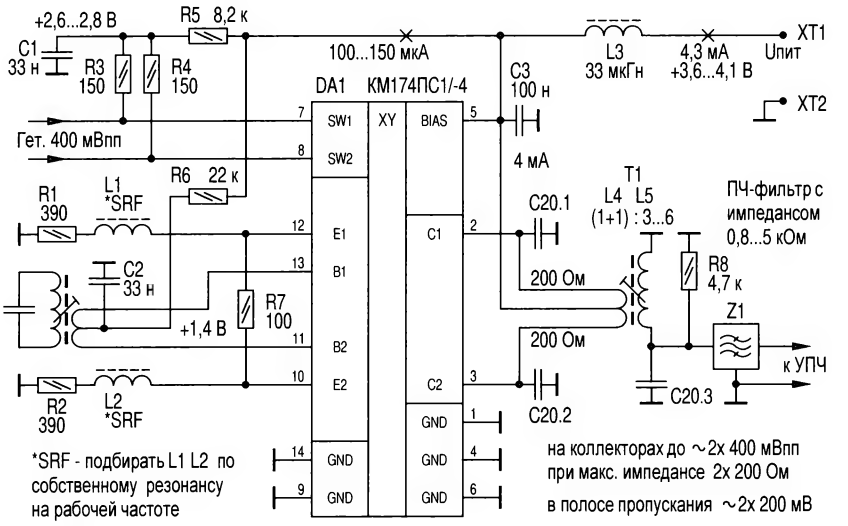


Рис. 19

Узел подачи гетеродина можно сконфигурировать разным образом, в показанном примере можно подключить простую обмотку связи, так как резисторы R3 и R4 имеют небольшой номинал, и они соединены по переменному току с общим проводом через конденсатор C1. Его надо установить на одном из входов и на другой подавать сигнал гетеродина. Можно составить узел аналогично сигнальному входу с симметричной обмоткой связи.

Такой смеситель передаёт сигнал от входа (выводы 11 и 13) с импедансом источника около 500 Ом для малого шума к коллекторам с небольшим усилением (немногим более 0 дБ), и за фильтром Z1 нельзя "расслабляться" насчёт шума УПЧ. Однако такой вариант отлично подходит для полного сохранения естественной сигнальной динамики. Из-за действия R_{ooc} (R7) штатное лучшее значение $K_ш$ = 6 дБ увеличивается до 9...10 дБ, если источник имеет импеданс 500 Ом. При полосе пропускания 10 кГц шумовое напряжение между выводами 11 и 13 составляет 500 нВ (размах) и для искажений с уровнем –40 дБ допускается размах сигнала 360 мВ — это уже общая сигнальная динамика на 117 дБ для солидного диапазонного приёмника. Таким смесителем можно существенно улучшить приёмники, которые ранее строились на ИМС SA612, NE612 и не устроили по качеству в реальных условиях с большой антенной, особенно, когда отсутствуют местные помехи.

10. Альтернатива — ИМС К526ПС1 (аналог — МС1496)

Ещё в начале 1980-х годов появилась ИМС К526ПС1, которая имеет много общего с импортной ИМС МС1496 тех же времён. К сожалению, выпуск ИМС К526ПС1 был ограничен, слабо составленная общедоступная документация не способствовала получению признания, и эта ИМС не стала отечественной классикой, как это получилось в мире с ИМС МС1496. Схема, показанная на **рис. 20**, составлена по итогам проверочных измерений изделий выпуска 1995 г., и во многом она объяснит работу реальной аппаратуры (например, трансивера Р-143).

В ранних публикациях до 1982 г. приведена отличающаяся схема, сопротивления с другими номиналами и выводы 3 и 5 подключены к эмиттерам самых нижних транзисторов, но таких реальных изделий не нашлось в доступных выпусках после 1984 г.

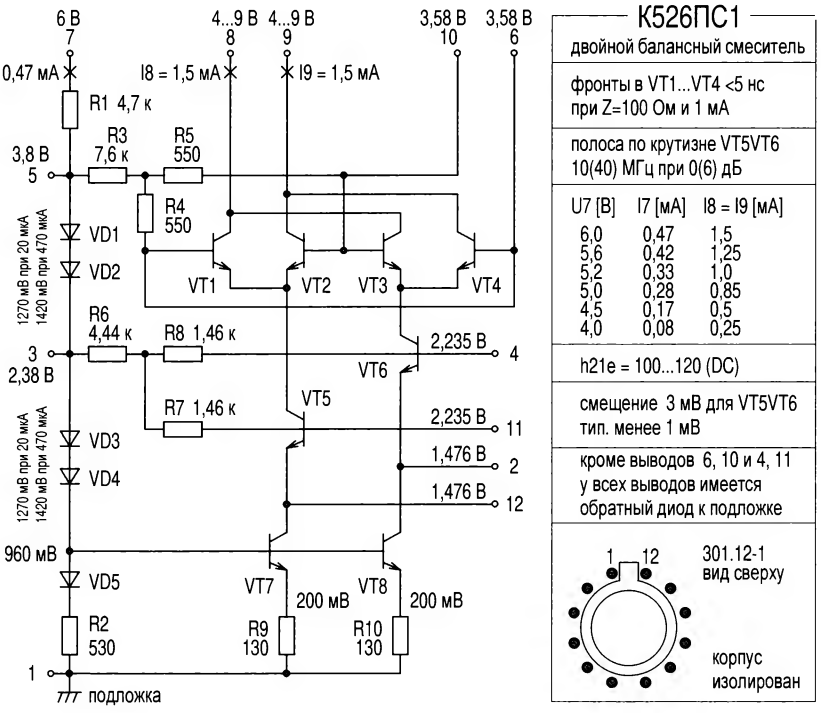
От импортного аналога МС1496 эта ИМС отличается наличием полноценного узла смещения ко всем транзисторам, что существенно упростит стандартное применение, но усложняет построение узлов с расширенным функционалом. Немного неудачно получилось соседство сигналов на выводах 9 и 11 с выводом 10. Если в круглом металлическом корпусе 301.12-1 это не критично из-за крайне малых паразитных ёмкостей, то на печатной плате нужно оставить промежуток к разводке вывода 10 или его предпочтительно блокировать и подавать гетеродинный сигнал на вывод 6. Также стоит предпочтительно блокировать вывод 11 и подавать

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

радиосигнал на вывод 4. Применение резонансных контуров на выводах 8, 9 и 4, 11 ослабит проблему с выводом 10, как и перевод узлов на низкий импеданс, и следует использовать современные методы проектирования печатных плат с учётом ЭМС.

Жаль, что у баз транзисторов VT7 и VT8 нет вывода для блокировки по НЧ, это существенно улучшало бы преобразователи с участием НЧ-спектров. Эффективная блокировка выводов 3 и 5 позволит подавать и ВЧ-сигнал, и сигнал гетеродина с достаточным качеством развязки портов — это есть положительное отличие от ИМС К174ПС1.

Верхний двойной ДУ имеет граничную частоту 50 МГц (–3 дБ), и это хорошо сочетается со свойствами нижнего ДУ, ещё мало грозит паразитной генерацией на УКВ-СВЧ. По линейности эти транзисторы в два раза хуже нижних, но это при ключевом режиме не ухудшает параметры. Переключение транзисторов завершается за 5 нс (по уровню 0,1 и 0,9), поэтому качественный ключевой режим обеспечен для частоты гетеродина до 10...12 МГц с влиянием пятой гармоники. Выходная ёмкость на коллекторах составляет не более 2 пФ, и поэтому с этой ИМС можно генерировать выходной сигнал вплоть до 30 МГц



К526ПС1

двойной балансный смеситель

фронты в VT1...VT4 <5 нс при Z=100 Ом и 1 мА

полоса по крутизне VT5VT6 10(40) МГц при 0(6) дБ

U7 [В]	I7 [мА]	I8 = I9 [мА]
6,0	0,47	1,5
5,6	0,42	1,25
5,2	0,33	1,0
5,0	0,28	0,85
4,5	0,17	0,5
4,0	0,08	0,25

h21e = 100...120 (DC)

смещение 3 мВ для VT5VT6 тип. менее 1 мВ

кроме выводов 6, 10 и 4, 11 у всех выводов имеется обратный диод к подложке

301.12-1
вид сверху

корпус изолирован

Рис. 20

Качество нижнего ДУ по передаче сигналов отличное, так как транзисторы отлично совпадают не только по постоянному току, а ещё по сигнальным параметрам, малыми паразитными сопротивлениями выдержан логарифмический характер ВАХ, подобно транзистору серии КТ3108.

Эти результаты не противоречат ранее отмеченным результатам измерений по искажениям в ДУ со скромными результатами при размахе 10 мВ, а также разным академическим изложениям по свойствам ДУ. Дело в том, что эти утверждения и свойства относятся к слаботочному режиму транзисторов, далеко от режима врождённой линейности биполярных транзисторов.

При подаче сигнала на эмиттеры нижний ДУ образует идеально предсказуемый импеданс (зависит от ток покоя) на частотах до 20 МГц и можно в сочетании с хорошим трансформатором извлечь все выгоды встречно-параллельной работы эмиттеров с большим ДД.

на средний импеданс в сотни ом. При токе покоя по 1...4 мА транзисторы нижнего ДУ имеют спад по крутизне на 3(6) дБ при частоте 25(40) МГц. При R_{ooc} = 68 Ом между эмиттерами и токах покоя по 1,5 мА образуется крутизна 10 мА/В, и она имеет спад на 3(6) дБ при частоте 30(50) МГц. С такой ООС при разностном размахе 270 мВ (двухтональный сигнал 1,1 и 1,2 МГц) интермодуляция IM_3 составляет всего –60 дБ.

В целом эта ИМС не уступает по быстродействию ИМС МС1496, но УКВ-диапазон точно не перекрывает.

По шуму эта ИМС более проблематична, чем К174ПС1, так как резисторы смещения между базами имеют малое сопротивление. При подаче сигнала на эмиттеры вариант предпочтительней, так как ток сигнала никуда не "утекает на сторону". Подавать сигнал на эмиттеры нужно через конденсаторы из керамики NP0.

К сведению, во всех протестированных ИМС изначально дисбаланс в нижнем ДУ оказался менее 1 мВ — это отличное качество. Коэффициент передачи тока $h_{21э}$ транзисторов по постоянному току составляет 100...150, и он на одном кристалле одинаков для всех транзисторов. Это качество, наверное, наследство от прецизионных родственников — серии ИМС К525ПСх. Поэтому эту ИМС предпочтительно применять в узлах с высокими требованиями по подавлению входных сигналов, таких как SSB-модулятор, конвертер диапазона СДВ на высокую ПЧ, фазовый детектор. Температурная стабильность настройки баланса отличная, и на частотах до 1 МГц легко получить подавление входных сигналов на 26 дБ без особых мероприятий и –50 дБ при полном соблюдении симметрии по гетеродину и нагрузки. Балансировать нижний ДУ надо высокоомными резисторами в узле смещения баз.

По напряжению питания нет точных данных, косвенно указано значение +6±0,6 В. Однако от приложенного к выводу 7 напряжения зависит напряжение на резисторах R2, R9, R10, и при этом меняются токи и усиление смесителя. Поэтому вывод 7 нужно питать стабильным напряжением или током (в отличие от вывода 5 у ИМС К174ПС1).

При резонансной нагрузке нужно ограничить питание значением +6 В в узле коллекторной нагрузки. При пиках напряжения на коллекторах до +9 В не нарушается крайне пологий наклон выходных ВАХ. При резистивной нагрузке допускается напряжение питания до 9 В, так как на самих коллекторах напряжение при этом будет меньше и рабочая точка в выходной ВАХ остаётся в линейной части. При токах покоя по 4 мА напряжение питания может быть менее 6 В, ток установить резистором параллельно к резистору R1 (выводы 5 и 7), можно RL-цепи установить между эмиттерами и общим проводом, резисторы более 470 Ом, дроссели с высоким импедансом. Можно не использовать резистор R1 и вместо этого подавать ток из термостабильного источника тока на вывод 5. Тогда можно напряжение питания в коллекторной цепи не особо стабилизировать.

Для подачи гетеродинного сигнала на верхний ДУ выручают встроенные резисторы между входами с малым сопротивлением по 550 Ом. Они эффективно подавляют УКВ-генерацию с обмоткой связи, если линия к обмотке не особенно длинная. Для сигналов частотой до 1 МГц эти резисторы хорошо замыкают цепь для гетеродинного тока в обход закрытых транзисторов. Для полноценного КВ-смесителя нужны более низкоомные резисторы или симметричный трансформатор с блокировкой среднего отвода.

11. Режим "врождённой" линейности

При обсуждении компонентов для активных антенн в статье автора "Активные антенны Е-поля. Часть 4. Линейный режим биполярных транзисторов, особенности JFET полевых транзисторов" ("Радио", 2022, № 5, с. 9—15) было отмечено, что практически для

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

всех транзисторов найдётся при установленном напряжении $U_{кб}$ некоторый оптимальный ток покоя, при котором интермодуляция IM_3 принимает минимальное значение и транзисторы на кристалле ИМС К174ПС1 (и подобных), а также ИМС К525ПС1 не исключение. У них значение $U_{кб}$ зафиксировано диодами смещения на уровне примерно +0,7 В, и минимум интермодуляции возникает при токе покоя 4...4,5 мА — это их режим "врождённой" линейности.

К примеру, при прямом соединении эмиттеров у ИМС К525СП1 (выводы 2 и 12) и при малых токах покоя по 0,25 мА допускается всего 40 мВ разностного размаха для IM_3 = –40 дБ, это отличный результат и говорит о качестве этой пары транзисторов. А при токах покоя по 4 мА допускается для таких же искажений разностный размах 120 мВ (двухтональный сигнал на частотах 1,1 и 1,2 МГц). Подобное улучшение по допустимой сигнальной динамике имеется и у К174ПС1 (до 80 мВ) при токе покоя 4,25 мА, а у ИМС К174ПС4 не зря в документации предлагают режим с такими токами покоя, но не дали разъяснение этому. Нужно отметить, что до токов покоя по 0,25...3 мА усиление (крутизна) растёт почти пропорционально с увеличением тока, а вблизи тока 4 мА крутизна изменяется мало — это и есть режим "врождённой" линейности. Если к этому ещё добавить небольшое сопротивление R_{ooc} на десятки ом, получается отличная линейность при большом допустимом размахе сигнала и не особо большом значении $K_ш$, так как входное сопротивление ДУ заметно уменьшено и поэтому проще реализовать согласование. Нужно отметить, что при таких токах требуется низкий импеданс узла подачи гетеродинного сигнала, например симметрично 2×25 Ом, это хороший выбор, легко реализуемый на ШПТЛ.

Интермодуляция IM_2 и кроссмодуляция плавно увеличиваются при токах выше 2 мА. Но полная симметричность входов может подавлять эти эффекты до незначительного уровня — это есть замысел всех симметричных схем, что теряется при несимметричной конфигурации входов.

12. Заключение

В схемотехнике долгие десятилетия развитие качественных ВЧ-узлов шло по пути увеличения токов, и в наше время редко можно найти радиоприёмное оборудование высокой категории с низким энергопотреблением. Поэтому стоило замкнуть очередной раз исторический круг и переосмыслить базовые разработки из прошлого века. Полученные результаты с ИМС К174ПС1 и её отечественными вариантами могут обеспечить этой ИМС ещё долгую жизнь. Подобным образом стоило бы интерпретировать другие, более современные радиотехнические ИМС базового функционала с большой универсальностью и давно заслуженной хорошей репутацией.

***От редакции**. Дополнительные справочные материалы находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/rpu-5.zip** на нашем FTP-сервере.*

Синхронный выпрямитель

В. КАЛАШНИК, г. Лиски Воронежской обл.

Одна из важнейших задач, стоящих перед конструкторами современных блоков питания, — достижение высокого КПД при минимальной массе и габаритах источника. Большинство выпрямителей выполняются на кремниевых или германиевых диодах. Обычно падение напряжения на кремниевых диодах равно 1 В, на германиевых и диодах Шоттки — 0,5 В. Оно мало зависит от тока нагрузки и числа параллельно включённых диодов. Особенно это важно для выпрямителей с низким выходным напряжением — меньше 5 В. Большие потери вынуждают ставить диоды на мощные теплоотводы, что ухудшает массогабаритные показатели выпрямителя.

Существенно меньшие потери обеспечивают синхронные выпрямители на полевых транзисторах при отсутствии через них сквозного тока. В синхронном выпрямителе диоды заменяют полевые транзисторы. Сопротивление канала полевых транзисторов доведено до единиц миллиом. Это позволяет на порядок снизить падение напряжения и, соответственно, тепловыделение. Но при применении полевых транзисторов в выпрямителях есть несколько особенностей. Полевые транзисторы для силовой электроники изготавливаются со встроенным обратным диодом. Поэтому в синхронном выпрямителе полевые транзисторы включаются в инверсном режиме. Если на полевой транзистор подать напряжение обратной полярности, то откроется обратный диод. Подав синхронно на затвор транзистора открывающее напряжение, мы откроем канал полевого транзистора, который окажется подключённым параллельно обратному диоду. Поскольку сопротивление канала открытого полевого транзистора значительно меньше сопротивления открытого диода, то весь ток потечёт через канал.

При подаче на полевой транзистор правильной полярности напряжения на

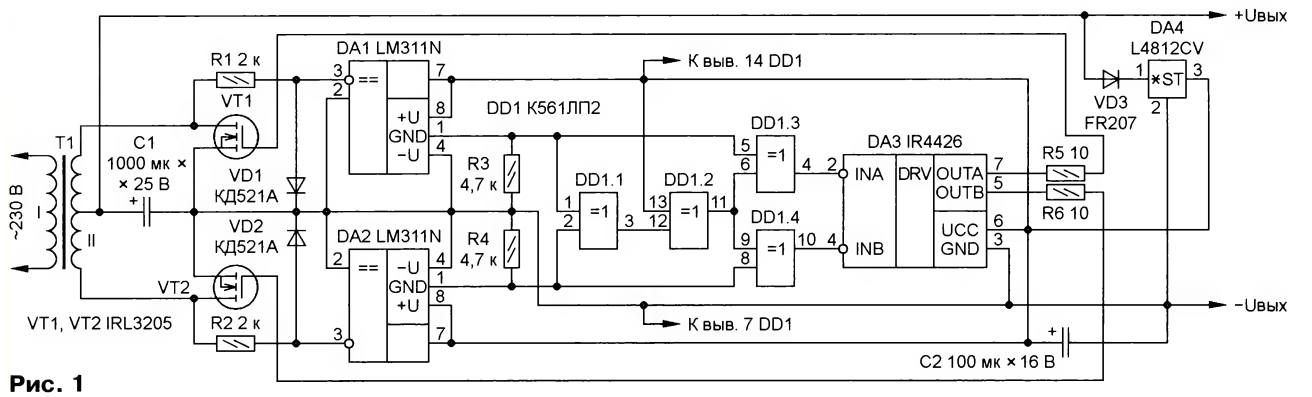


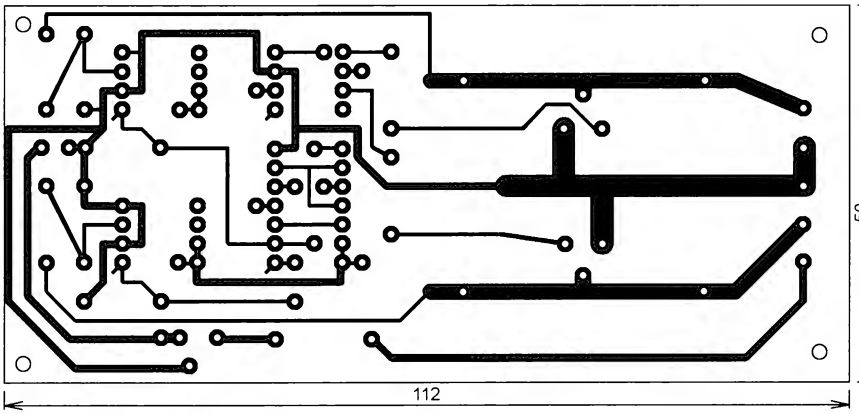
Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

затвор подаётся закрывающее канал напряжение. Таким образом, будет обеспечено надёжное закрытие канала. Другая особенность полевого транзистора — задержка на время включения и выключения. Существование задержки обусловлено наличием паразитных ёмкостей, которые сильно зависят от напряжения между "обкладками": они велики при малых напряжениях и уменьшаются при больших. Чтобы гарантированно открыть транзистор, необходимо зарядить входную ёмкость до напряжения 10...12 В. Процесс зарядки осложняет эффект Миллера, приводящий к существенному увеличению входной ёмкости. При подаче на затвор прямоугольного импульса транзистор откроется только при достижении некоторого порогового напряжения. Типовое значение порогового напряжения — 2...5 В. Затем начинает срабатывать эффект Миллера, и входная ёмкость резко увеличивается. Скорость открывания транзистора уменьшается.

В последнее время всё чаще завоёвывают популярность полевые транзисторы с пониженным пороговым напряжением затвор—исток. Они открываются уже при напряжении 2...4 В. В совокупности с небольшим статическим током управления и ёмкостью затвора это позволяет управлять транзистором сигналом непосредственно от выходов логических микросхем. Транзисторы, рассчитанные на управление логическими уровнями, часто имеют в названии букву L, например транзистор IRL3205. Он имеет в открытом состоянии сопротивление канала 0,008 Ом, обеспечивает ток 80 А при температуре корпуса 100 °С. Мощность, рассеиваемая транзистором, — 200 Вт.

На **рис. 1** показана схема синхронного выпрямителя. Выпрямитель предназначен для выпрямления прямоугольного и синусоидального напряжения. Поэтому для формирования управляющих сигналов используются компараторы DA1, DA2. Открывающее напряжение на полевые транзисторы VT1, VT2 формируется в момент, когда напряжение на аноде полевого транзистора (на истоке), выполняющего функцию диода, превышает напряжение на его катоде (на стоке). Это важно в случае ёмкостной нагрузки выпрямителя или при наличии собственной ЭДС. Для управления транзисторами применена микросхема драйвера DA3 (IR4426). Она питается от источника напряжением 6...20 В. На входах этой микросхемы стоят КМОП-триггеры Шмитта, следовательно, на выходе получаются крутые фронты импульсов, даже при медленно меняющихся сигналах на входе. Эта микросхема имеет согласованную задержку распространения сигналов по обоим каналам. Время задержки распространения равно 65 нс. Выходной ток микросхемы достигает 1,5 А, что позволяет управлять мощными полевыми транзисторами. Выходной сигнал микросхемы IR4426 инвертирован по сравнению с входным.



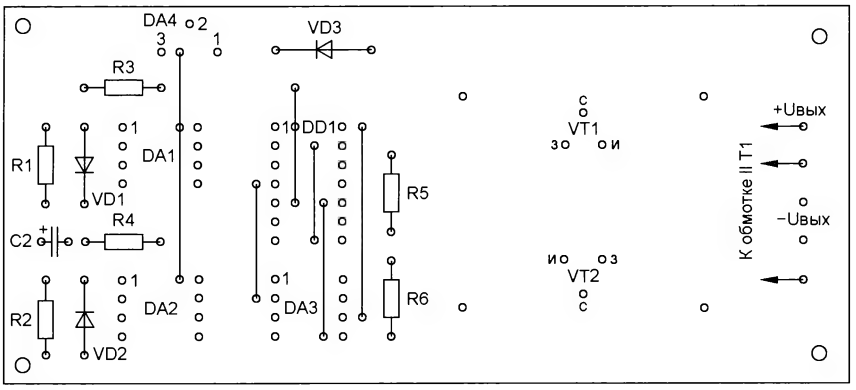


Рис. 2

Работает синхронный выпрямитель так. Пусть на стоке транзистора VT1 действует положительная полуволна напряжения. На диоде VD1 будет положительное напряжение около 0,7 В, которое подаётся на инвертирующий вход компаратора DA1. Компаратор DA1 сравнивает это напряжение с 0 В. В результате на выходе компаратора появляется высокий уровень. Это приводит к появлению на выводе 2 драйвера DA3 высокого уровня, и, следовательно, на его выходе будет низкий уровень. Транзистор VT1 закрыт (заметим, что его диод открывается отрицательной полуволной).

Пусть теперь на стоке транзистора VT1 действует отрицательная полуволна напряжения. Открывается обратный диод транзистора. На неинвертирующем входе компаратора DA1 напряжение будет больше, чем на инвертирующем, в результате чего на выходе компаратора — низкий уровень. Это приводит к появлению на выводе 2 драйвера DA3 низкого уровня напряжения, следовательно, на его выходе будет высокий уровень напряжения. Транзистор VT1 открывается.

Работа второго канала на транзисторе VT2 и компараторе DA2 аналогична работе первого. На микросхеме DD1 выполнен узел контроля правильной работы выпрямителя. Эта микросхема содержит четыре логических элемента "исключающее ИЛИ". Дело в том, что в момент перехода синусоидального напряжения через ноль на выходах компараторов DA1 и DA2 будут присутствовать одновременно низкие уровни напряжения. Это приведёт к одновременному открытию транзисторов VT1 и VT2, что недопустимо из-за сквозного тока через них.

Рассмотрим работу этого узла. Пусть на выходах компараторов присутствуют низкие уровни напряжения. Такому сочетанию входных сигналов на входе логического элемента DD1.1 соответствует низкий уровень напряжения на его выходе. На логическом элементе DD1.2 выполнен инвертор, для чего на верхний по схеме вход (вывод 13) подаётся напряжение питания (высокий уровень). Таким образом, на выводе 6 логического элемента DD1.3 и выводе 9 логического элемента DD1.4 будет высокий уровень, и они также будут работать инверторами. В результате на обоих входах драйвера DA3 будет высокий уровень напряжения и транзисторы VT1, VT2 будут закрыты. Сквозного тока не будет.

В случае противофазных сигналов на выходах компараторов и, соответственно, на выходе элемента DD1.1 будет действовать высокий уровень напряжения. После инверсии в логическом элементе DD1.2 низкий уровень напряжения переводит логические элементы DD1.3, DD1.4 в повторители сигналов. Поэтому сигналы с выходов этих элементов пройдут без изменения на выходы драйвера DA1. Один из транзисторов будет открыт, другой — закрыт.

Для нормальной работы выпрямителя необходим стабилизатор напряжения, применён стабилизатор L4812CV, который можно заменить отечествен-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

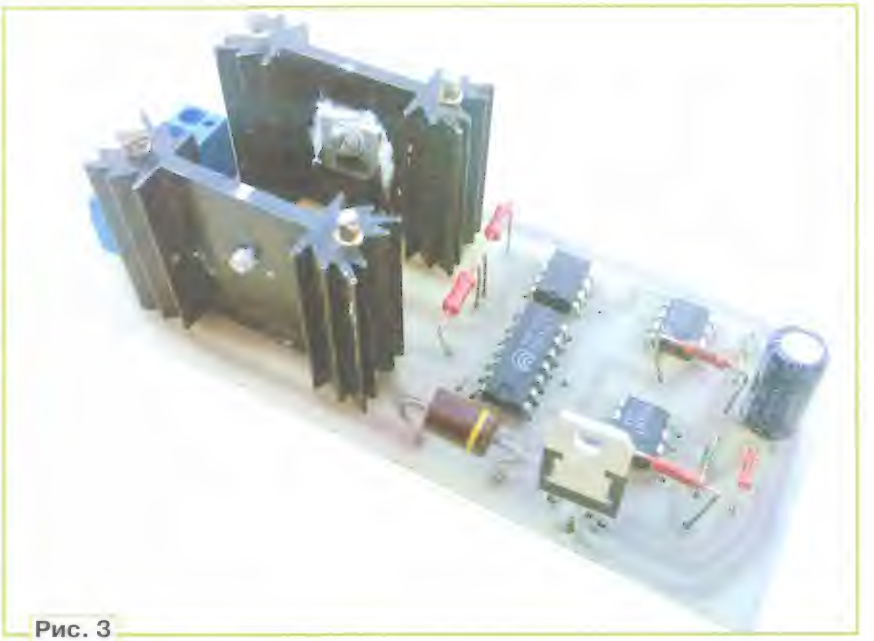


Рис. 3

ными аналогами KP1158EH12B, KP1158EH12Г. Эти стабилизаторы фиксированного положительного напряжения с малым падением напряжения между входом и выходом. Стабилизаторы имеют защиту от выбросов входного напряжения до +60 В, защиту от замыкания выхода, встроенную тепловую защиту.

В экспериментах использовался электронный трансформатор для питания галогенных ламп, в котором были сделаны небольшие переделки. Как правило, в них вторичная обмотка намотана двумя проводами, что облегчает задачу по выполнению отвода от средней точки. Затем необходимо в трансформаторе поставить оксидный конденсатор ёмкостью 10 мкФ на напряжение 400 В сразу после сетевого выпрямителя. Частота выходного напряжения трансформатора — около 45 кГц. Для этих трансформаторов лимитируется минимальная мощность, что необходимо учесть для надёжной работы. Если необходимо получить другие напряжения, надо перемотать вторичную обмотку и выбрать другие полевые транзисторы. Если от выпрямителя будет питаться мощная нагрузка, транзисторы нужно разместить на теплоотводах. Электронный трансформатор Feron ET105(35-105VA) позволяет получить ток нагрузки 9 А при напряжении 12 В.

Выпрямитель собран на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы показан на **рис. 2**, а собранная плата — на **рис. 3**.

От редакции. *Чертёж печатной платы находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/sinhr_rectif.zip*** *на нашем ftp-сервере.*

Опыты с "холодным неоном"

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Электролюминесцентный провод (частое сокращение — ЭЛ-провод, также иногда называется "холодным неоном" или EL-проводом) — это тонкий шнур из изоляционного материала, в центре которого находится медная жила, покрытая электролюминофором (**рис. 1**). Поверх шнура имеется пара тонких проводов, которые также покрыты защитной изоляционной оболочкой. Под действием переменного электрического тока электролюминофор светит по всей длине и во все стороны, используя явление электролюминесценции. EL-провод можно представить в виде коаксиального конденсатора с ёмкостью около 3 нФ/м. Переменное электрическое поле, возникающее при перезарядке такого конденсатора, заставляет светиться люминофор между обкладками. Для защиты светящегося провода от внешних воздействий и окрашивания его в разные цвета поверхность провода покрывается цветной поливинилхлоридной оболочкой, которая придаёт "холодному неону" любой цвет. Наибольшую яркость свечения обеспечивает "холодный неон" белого света, меньшую — красного цвета. Подробнее о "холодном неоне" можно прочитать в [1, 2].

Основное применение EL-провод находит в декоративных украшениях салонов автомобилей, элементов одежды, рекламных вывесках, элементах домашнего интерьера. Автор использовал разноцветные EL-провода для создания ночной фоновой подсветки в комнате в качестве основы для лампы-ночника с питанием от домашней сети однофазного переменного тока. Вариант шнура, показанный на **рис. 2**, имеет диаметр 2,3 мм, длину — 3 м и состоит из пяти элементов: 1 — два металлических провода внешней обкладки; 2 — слой люминофора-диэлектрика; 3 — центральный толстый провод внутренней обкладки; 4 — прозрачная изоляционная оболочка; 5 — внешняя цветная прозрачная оболочка.

Рис. 1

Для питания EL-провода требуется переменное напряжение несколько

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

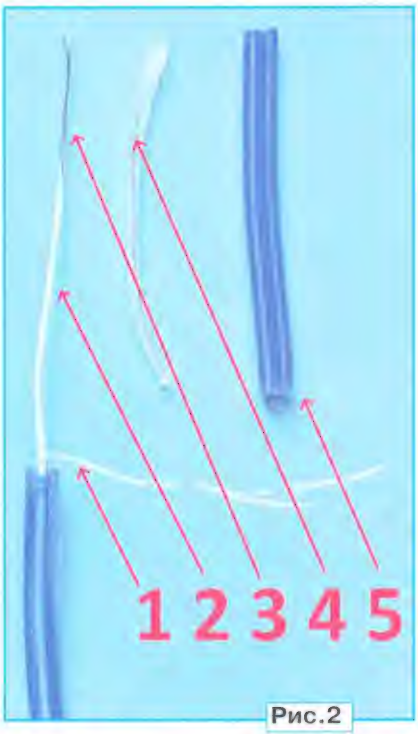


Рис.2

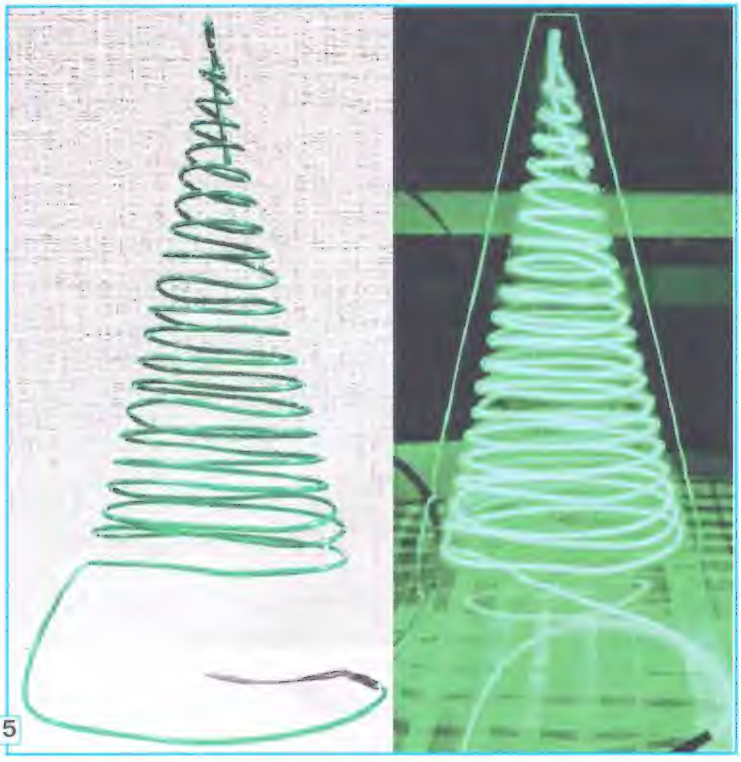


Рис. 5

Рис. 3

десятков или сотен вольт частотой 50...2000 Гц. Для получения такого напряжения от низковольтного источника напряжения обычно используют электронные LC-генераторы.

В эксперименте в качестве источника питания EL-провода был использован блок питания (электронный балласт) от неисправных компактных люминесцентных ламп (**рис. 3**). Вариант такого устройства (рис. 3, слева) состоит собственно из EL-провода 1, соединительных проводов 2, крышки-изолятора 3 и корпуса КЛЛ с резьбовым цоколем 4. Для снятия корпуса и отделения колбы лампы 5 можно воспользоваться тисками и отвёрткой. Надо слегка сдавить кольцо по линии соединения, разъединить половинки корпуса с помощью шлицевой отвёртки и перекусить выводы лампы к плате 6 или смотать их с контактных штырьков на плате. Другой монтажный вариант, исключающий использование патрона для ламп, — это размещение платы БП в герметичном пластмассовом корпусе с выпуском сетевого кабеля с вилкой.

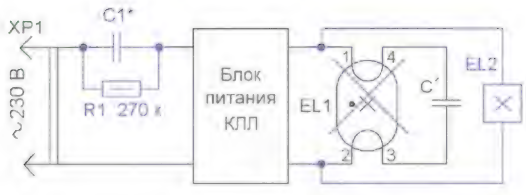


Рис. 4

Схема подключения EL-провода к электронному балласту КЛЛ поясняет **рис. 4**. По характерным признакам на плате электронного балласта определяют расположение контактов для подачи сетевого напряжения, к ним идут провода от цоколя КЛЛ. К металлическим штырям 1—4, размещённым на противоположных сторонах платы, были подключены выводы люминесцентной лампы. С выводами 1 и 2 пайкой со стороны печатных проводни-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

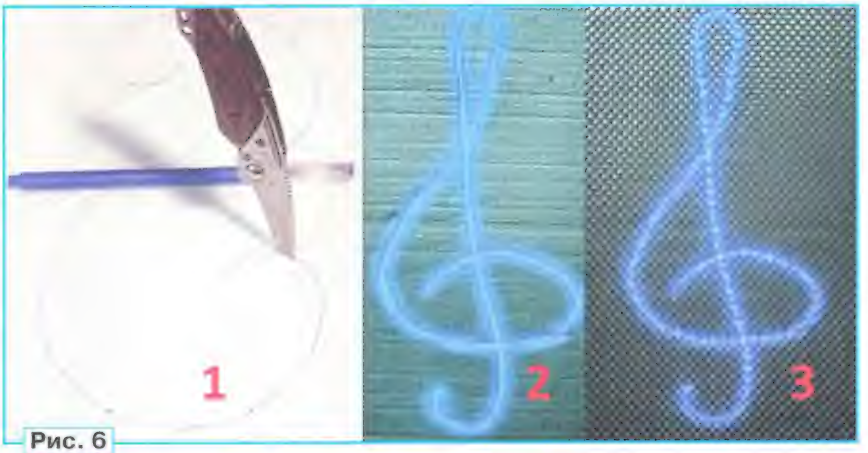


Рис. 6

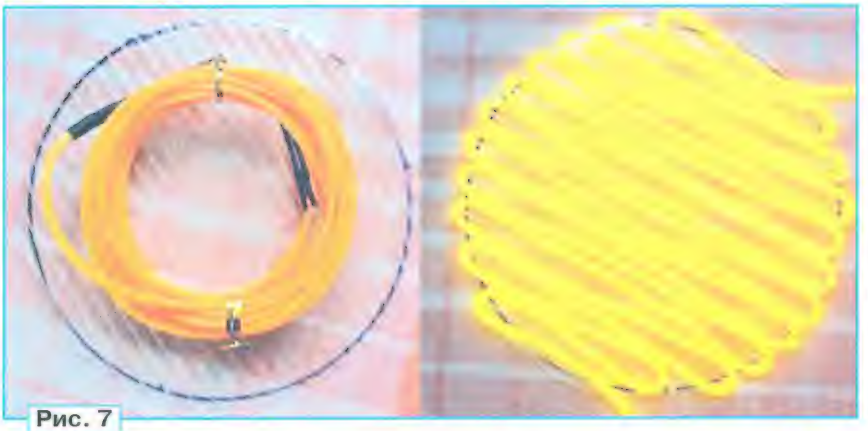


Рис. 7

ков соединяют выводы EL-провода. При другом варианте монтажа подпаивают сетевой шнур с вилкой, обеспечивая его механическую фиксацию относительно корпуса.

Регулировку яркости свечения в сторону уменьшения можно реализовать подборкой ёмкости дополнительного конденсатора C1 в интервале 0,1...0,47 мкФ. Конденсатор должен быть рассчитан на напряжение не менее 400 В переменного тока. При малых значениях ёмкости этого конденсатора EL-провод переходит из постоянного свечения в быстрое мерцание. Для эксперимента были использованы электронные балласты от КЛЛ мощностью 5...12 Вт и EL-провод длиной 3 м.

EL-провод можно сформовать по своему желанию. При этом желательно использовать непроводящие доступные листовые материалы. На **рис. 5** представлен вариант формовки "ёлочка" через отверстия в прозрачном акриле толщиной 2...3 мм. Другой вариант укладки — по поверхности мелкопористого полистирола (**рис. 6**). Предварительно с помощью ножа по линии разметки делают разрез 1 на глубину около 10 мм. Далее с небольшим усилием EL-провод вставляют в разрез вдоль линии 2. Сверху плоскость укладки можно закрыть светорассеивающим фильтром 3 из монолитного поликарбоната. Ещё один вариант укладки показан на **рис. 7**.

При проведении опытов следует соблюдать правила техники безопасности. Нельзя прикасаться к токоведущим частям, которые могут оказаться под высоким напряжением. Макет конструкции перед подключением желательно размещать на чистом столе с открытой столешницей из ламинированного ДСП. Все манипуляции следует производить при отключённом питании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электролюминесцентный провод. — URL: **https://clck.ru/3FzvFa** (27.01.25).
2. Электролюминесцентный провод. — URL: **http://ats-ul.ru/faq_el_provod.php** (27.01.25).

Устройство защиты от перенапряжения с "жёстким" ограничением амплитуды

А. ВАСИЛЬЕВ, г. Санкт-Петербург

В статье представлены улучшенный вариант устройства защиты от перенапряжения с ограничением амплитуды сетевого напряжения, с расчётом на худшие условия электропитания, его модификации и дополнительные сведения об изготовлении электромеханических разъединителей мгновенного действия.

Задача ограничения сетевого напряжения, как известно, решается широко применяемыми автотрансформаторными стабилизаторами. Однако, в связи с наличием внутренней стабилизации в современных блоках питания, причём с меньшими потерями при повышенном напряжении, внешний стабилизатор становится излишним, как функционально, так и по суммарным потерям. Представляемое устройство защиты с функцией ограничения напряжения выгодно отличается тем, что оно начинает ограничивать напряжение с верхнего значения по ГОСТу,

которым установлены допустимые отклонения ±10 % от 230 В. При этом лишь с приближением к началу ограничения начинается потребление некоторого "рабочего тока". В рабочем режиме потери будут определяться амплитудой и скважностью импульсов "лишней амплитуды".

Опыт автора по использованию и совершенствованию предложенных ранее на страницах журнала устройств по защите электронной аппаратуры привёл к определённым рациональным решениям, представленным ниже. Существующие типовые средства защиты, предлагаемые современным рынком [1—3], можно сказать, не вполне соответствуют запросам потребителей. Здесь нет смысла перечислять их недостатки, надо лишь заметить, что в связи с быстрым ростом экономичности по питанию электронной аппаратуры автотрансформаторные стабилизаторы стали неэкономичными, их КПД начинает

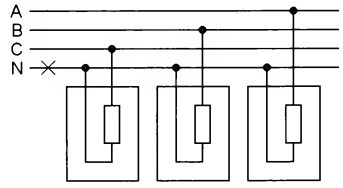


Рис. 1

резко падать при уменьшении нагрузки менее 40 %. Но предлагаемые рынком изделия видятся и нерациональными по затратам в производстве — общими затратами электронных компонентов, а также меди и высококачественной стали. Поэтому автором была изначально поставлена задача разработки более рациональных устройств защиты электронной аппаратуры. Для городских условий со стабильным электропитанием был разработан быстродействующий электронно-механический автомат [4], который может встраиваться в розетки-переходники и разветвители, что и делалось автором. А для условий с частыми перенапряжениями, заставляющими обладателей типового защитного реле предельно завышать уставку, разработан ограничитель напряжения с автоматом мгновенной отсечки, который функционально представляет собой активный ограничитель сетевого напряжения [5, 6].

В то же время многие потребители продолжают скептически относиться к устройствам подобного назначения, считая, что современная бытовая аппаратура имеет свою достаточную защиту. Поэтому здесь видится необходимым представить упрощённую схему электропитания, например трёх домовпотребителей, иллюстрирующую аварийные ситуации, особенно в сельской местности, где наиболее вероятны не только импульсы перенапряжения от коммутации мощной нагрузки и постоянные перенапряжения от "перекоса фаз" общего трансформатора на подстанции, но и большие перенапряжения от обрыва "нулевого" провода (**рис. 1**).

В открытой электросети нейтральный провод — обычно крайний, поэтому при падении деревьев как раз и вероятен его обрыв. При этом все домовые потребители сетевого питания окажутся подключёнными к сетевому трансформатору по схеме "звезда", и уже линейное напряжение 400 В распределится на них соответственно подключённым нагрузкам. В худшей ситуации окажутся дома с выключенной аппаратурой, но подключённой к сети, т. е. находящейся в ждущем режиме питания. Наиболее опасная ситуация возникнет, когда оборванный нейтральный провод соединится со стороны показанных потребителей с соседним фазным проводом. Тогда все потребители, подключённые к другим

Рассмотрим далее основное, можно сказать, универсальное защитное устройство, названное автором по функциональным свойствам активным ограничителем, схема которого показана на **рис. 2**. Эффективное ограничительное действие его обеспечивается, как объяснялось в первых статьях [5, 6], использованием "жёсткой" отрицательной обратной связи, управляющей проводимостью балластного транзистора VT1. Её действие начинается при превышении выходным напряжением "уставки", которую целесообразно определить значением 250 В (предельное напряжение по ГОСТу — 253 В). Оно определяется подстроечным резистором R4.

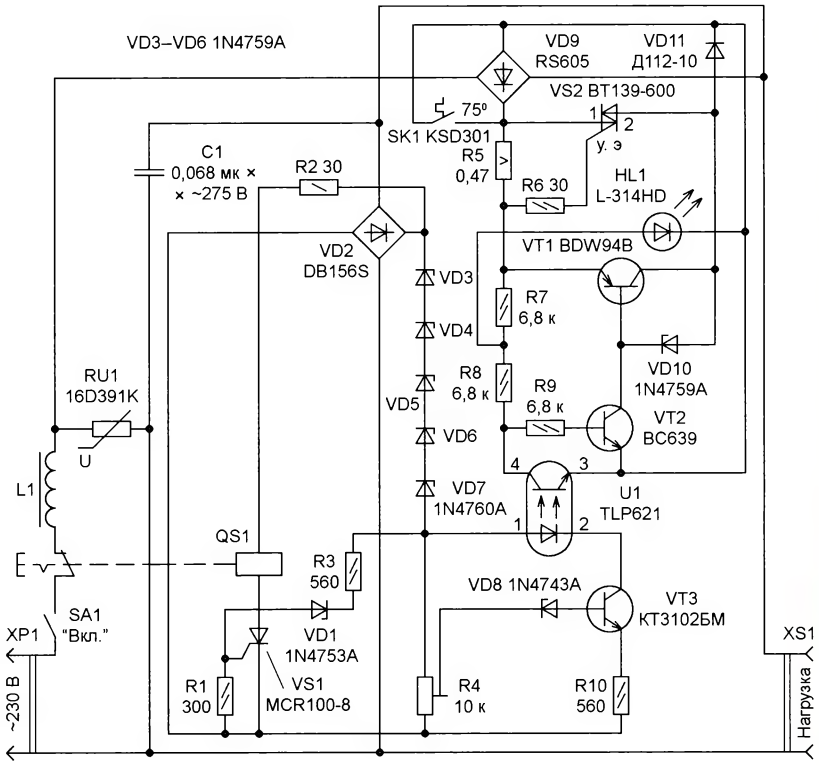


Рис. 2

фазам, окажутся под полным линейным напряжением 400 В. Случаи обрыва или "потери" нейтрального провода возможны и в городских, производственных, лабораторных условиях, где в электрохозяйстве нарушаются общие правила и нормы или происходят крупные аварии.

Таким образом, зная возможные аварийные ситуации и опасности со стороны сети электропитания, можно сопоставить возможные потери как минимум на ремонт аппаратуры со стоимостью приобретения необходимого по мощности защитного устройства. В авторской оценке представленные ранее и здесь устройства имеют намного меньшую стоимость в сравнении со стоимостью ремонта даже относительно недорогой (бюджетной) аппаратуры.

Оптрон U1 начинает шунтировать цепь базы транзистора VT2 уже при входном токе менее 1 мА. Контроль нескольких оптронов двумя мультиметрами (цепь излучающего диода при токе около 1 мА) показывал падение напряжения на открытом выходе 300...800 мВ. Ввиду малого тока выходной цепи и высокого коэффициента передачи по току транзистора VT2 общая крутизна (коэффициент передачи) по контуру стабилизации, от тока эмиттера VT3 до тока базы VT1 и выходного напряжения (входного для VT3) достаточно большая. Замеры выходного напряжения амплитудным вольтметром (вольтметром с диодным мостом и конденсатором ёмкостью 1 мкФ) показали изменение амплитуды напряжения около 2 В при изменении входного на-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 3

Рис. 4

пряжения от 250 до 275 В. Надо заметить, что этот эффект наблюдался при токе нагрузки 12...15 мА. При большем токе стабилизация будет ещё выше, поскольку ввиду роста тока увеличится коэффициент передачи транзисторов, т. е. по всему контуру стабилизации.

Время задержки выходного тока оптрона при скачке входного тока по паспортным данным равно всего 2 мкс, а по спаду входного тока — 25 мкс [7]. Частотные характеристики транзисторов много выше, так что эти параметры говорят о частотных возможностях ограничителя. С учётом фильтрующего действия конденсатора C1 можно сказать, что предлагаемое устройство, наряду с перенапряжениями частотой 50 Гц, "срезает" весь спектр импульсных перенапряжений от сети питания, превращая их в соответствующее по мощности тепло. Поскольку регулярные повышения рабочего напряжения имеют место, как правило, до 260 В, то тепловыделение, с учётом скважности импульсов — "верхушек" синусоиды, видится вполне допустимым ($P_{ср} = P_и \cdot t_и / T$). В этом плане ограничитель заметно выигрывает в сравнении с типовым стабилизатором на автотрансформаторе. В представленной схеме указан балластный транзистор для мощного ограничителя, он может быть заменён транзисторами TIP105—TIP107, KT8115A [8] и менее мощными — BDX54B, BDX54C и другими, в том числе иной структуры, с соответствующим изменением схемы.

Варистор RU1 защищает, прежде всего, фильтрующий конденсатор и стабилитроны от микроимпульсов сверхнапряжения. Он вместе с дросселем и конденсатором обеспечивает грозовую защиту. Резистор R2 ограничивает ток через обмотку расцепителя QS1 и служит предохранителем для него.

Устройство удобно и малозатратно размещать в стандартной соединительной коробке. На **рис. 3**, **рис. 4** показаны соответствующие общие виды. В такой конструкции удалось разместить даже вентилятор с блоком питания (зарядным устройством сотового телефона), а при необходимости можно установить и плавкий предохранитель. Плата монтируется через выводы элементов ввиду малого их числа и крепится к торцу теплоотвода размерами 60×60 мм. Сам теплоотвод крепится одним винтом M4 снизу, с надёжной изоляцией потайной головки.

Налаживание устройства осуществляется посредством использования любого источника повышенного напряжения до 275 В при токе нагрузки до 20 мА. При отсутствии ЛАТРа в качестве такого источника можно использовать понижающий трансформатор 230/36 В, превратив его в автотрансформатор согласованным соединением вторичной обмотки с первичной, при указанном токе вторичное напряжение будет более 40 В. В качестве нагрузки удобно использовать резистор 20 кОм, 5 Вт, а регулировку входного напряжения осуществлять проволочным переменным резистором такой же мощности сопротивлением ориентировочно 7,5...10 кОм, обеспечивающим 200...240 В начального напряжения.

Тип стабилитрона VD1 определяют после выбора стабилитронов VD7, VD8, которые подбирают при налаживании без VD1. Его напряжение должно быть примерно на 2 В выше, чем у VD8, т. е. должно соответствовать результатам стабилизации выходного напряжения —

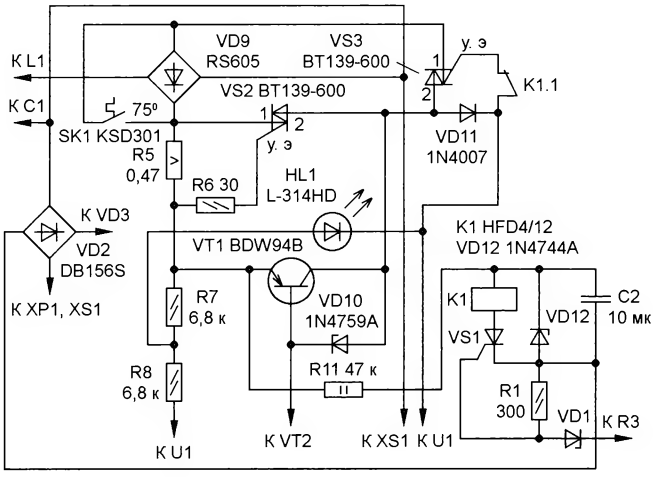


Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

повышению амплитудного напряжения на выходе при изменении входного напряжения от 250 В до 275 В. Для тестовой проверки расцепителя достаточно замкнуть стабилитрон VD1, т. е. возможна установка тестовой микрокнопки.

На время налаживания или постоянно, если потребителю необходим контроль уровня напряжения в сети, можно включить в цепь резистора R4 светодиод зелёного свечения L-314. Ввиду зависимости его светимости от напряжения на этом резисторе можно контролировать не только исправность задающей цепи, но и уровень сетевого напряжения в зоне номинального значения.

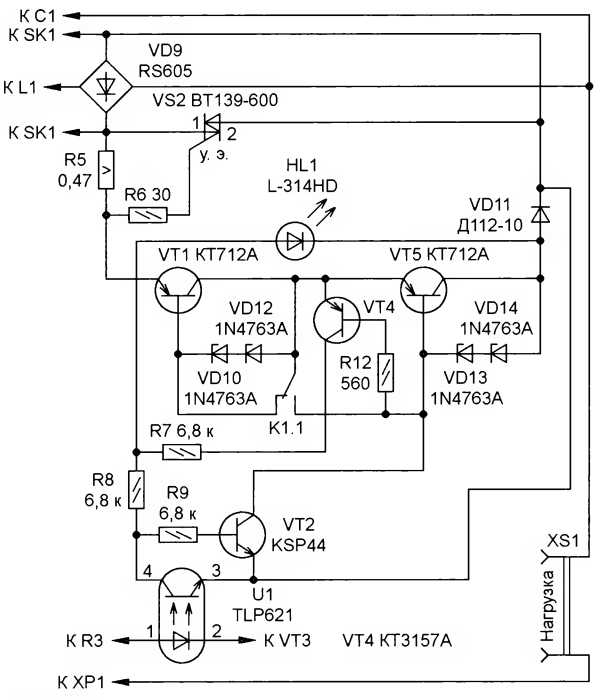


Рис. 6

В предлагаемом ограничителе (для мастеров, не желающих или не умеющих заниматься слесарно-сборочной работой) можно использовать и бесконтактный расцепитель — симистор с контактным управлением от наиболее быстродействующего (1...3 мс) миниатюрного реле, например HFD4 [9]. Фрагмент соответствующей схемы показан на **рис. 5**. Ввиду очень низкого напряжения отпускания указанных реле рекомендуется использовать реле на 12 В при повышенном напряжении на керамическом конденсаторе [10] С2 до 16...18 В. Сопротивление резистора R1 и тип стабилитрона VD12 соответствуют указанному реле. Из схемы видно, что реле должно находиться во включённом состоянии после отсечки до внешнего или ручного отключения напряжения на несколько секунд выключателем SA1 для восстановления рабочего режима.

Недостаток устройства, собранного по такой схеме, прежде всего, в дополнительных затратах и в том, что закрытие симистора происходит лишь при минимальном токе полуволны, т. е. с типовой задержкой до 5 мс, если отсечка возникает перед пиком волны. Некоторое уменьшение задержки реализовано в этом варианте отключением тока базы балластного транзистора, при котором напряжение на симисторе упадёт на величину напряжения стабилитрона VD10. В этом устройстве желательно использовать балластный транзистор на 100 или 200 В, например КТ712А [11], и один или два стабилитрона на месте VD10 на 90 В.

Для уменьшения задержки можно было бы вместо симистора применить полевой транзистор, например IRF740A, но такое использование качественного выключателя надо считать недопустимым, особенно с учётом редкости отсечек. Лучшим вариантом реализации быстродействующей бесконтактной отсечки можно считать использование двух транзисторов КТ712А или аналогичных на 200 В по схеме на **рис. 6**. Транзистор VT2 в этом случае должен допускать напряжение до 400 В. Однако благодаря появлению транзистора Дарлингтона на 400 В [12] возможен и более предпочтительный вариант при использовании "отсечного" реле, показанный на **рис. 7**. Все номиналы резисторов соответствуют схеме на рис. 2. Вместо указанного транзистора BU806 (VT1) можно использовать включённые по схеме Дарлингтона MJE13005 или КТ8181А и MMBTA44 (для поверхностного монтажа).

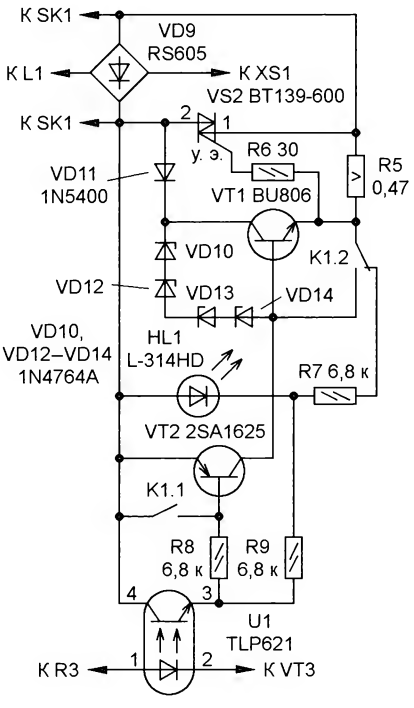


Рис. 7

В представленных выше устройствах не учтён большой разброс тока закрывания симистора VS1 (0,5...5 мА при нормальной температуре). Поэтому для гарантированного удержания реле после отсечки второй его контакт лучше использовать для дублирования открытого симистора. И в схеме рис. 7 эмиттерный переход транзистора VT2 можно не шунтировать, а использовать этот контакт для шунтирования симистора VS1. Кроме этого, надо рекомендовать, по возможности, использование на месте VD11 диода в металлическом корпусе, поскольку имеется охладитель балластного транзистора. Поэтому в схеме рис. 7 (в зависимости от конструкции охладителя и предпочтений) может быть использован диод Д242 или аналогичный.

Устройство с "отсечным" реле может применяться, конечно, и для защиты холодильника, и для обеспечения автоматического восстановления питания посредством отдельного модуля. Современные холодильники, содержащие электронные устройства, имеют, однако, свою защиту от низкого напряжения и требуют дополнительную лишь от высокого напряжения. Тем не менее, универсальная релейная защита может быть реализована и в устройстве с контактным расцепителем, если цепь включения "отсечного" реле дополнить модулем, реагирующим на предельно низкое напряжение.

Наибольшая потребность имеет место всё же в устройствах защиты лишь от перенапряжений различного вида. Массовое использование их выгодно и для всего общественного производства (с заменой стабилизаторов) не только по расходам компонентов и материалов на производство и ремонт аппаратуры, но и затратам рабочего времени специалистов, затратам на утилизацию аппаратуры. Поэтому массовое производство и их распространение, думается, должно стимулироваться отраслевыми решениями. Соответственно, видится наиболее рациональным производство и использование наиболее простых, электромеханических расцепителей, с учётом редкого их срабатывания, на основе представленной ранее конструкции [4] и новой, представленной ниже.

Дело в том, что более удобные для рассматриваемых устройств защиты расцепители вообще не производятся, судя по авторскому поиску, поэтому автор и приступил, в своё время, к разработке такого быстродействующего устройства с самообесточиванием и фиксатором. Конструкция на основе типового "термо-брейкера" рассчитана на предельный ток нагрузки 10 А, а для современной, по крайней мере, лабораторной или бытовой аппаратуры часто может быть достаточным расцепитель

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

на ток до 5 А. Кроме того, усилие, необходимое для размыкания контакта, желательно иметь лишь немного больше прижимного усилия. Для указанного расцепителя на ток 10 А оно равно около 200 Г (измерялось обычными рычажными весами, с использованием светодиода). Это требует значительных ампер-витков катушки электромагнита. В испытанных автором и используемых уже несколько лет конструкциях ток катушки в импульсе длительностью 2...3 мс по расчётам равен 5...6 А. Надо заметить, что ни одна из катушек, намотанных проводом диаметром 0,1 мм, не пострадала. Этот факт подтверждает мгновенность действия расцепителя.

вым толкателем диаметром 1,5 мм надо сделать пропил шириной 1,5 мм, вставить в него толкатель и расплавить его с двух сторон слабо разогретым паяльником. Со стороны окошка надо сделать дополнительное наплавление отрезком капроновой лесы для торможения пластины в "шейке" при "ударном" срабатывании расцепителя.

Электромагнит закрепляют клеем "Момент" (88Н) в последнюю очередь, после установки пластины с толкателем и подгонки зазора до магнитопроводов 2,5...3 мм. Как видно из рисунков, рабочую пластину легко вставлять и вынимать, а контакты осматривать и зачищать или измерять силу прижима. Да и

намотки дрель крепилась рукояткой вверх вместе с перекладиной для катушки с проводом на листе тонкой фанеры между толстыми брусками с резиновыми прокладками. Перед намоткой катушки магнитопроводы, заранее покрытые каким-либо лаком, надо дополнительно изолировать одним слоем указанной выше липкой ленты, при этом место прохода толкателя надо перекрыть каким-либо тонким пластиком от упаковок, чтобы обеспечить свободный проход толкателя и защиту обмотки от него. Начало обмотки должно проходить с наружной стороны щёчки через отверстие у магнитопроводов с учётом места толкателя в

Рис. 8

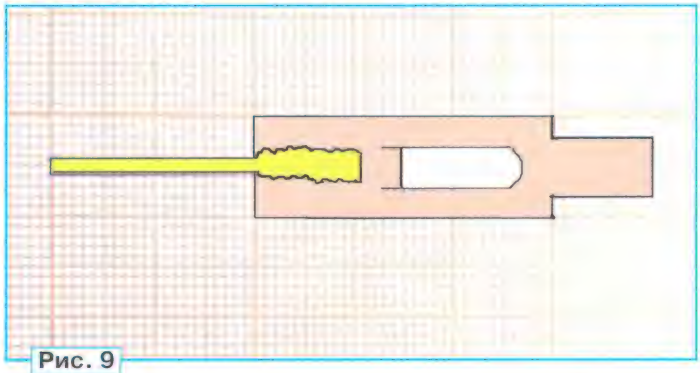


Рис. 9

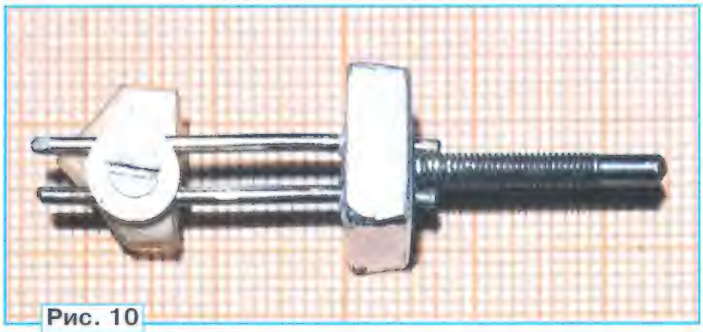


Рис. 10

Таким образом, возникла идея изготовления простейшего устройства на меньший ток, с малым усилием (током) для расцепления. Успешная реализация её представлена опытной конструкцией, показанной на следующих рисунках. Думается, её могут повторить и улучшить многие мастера, имеющие опыт в мелкой слесарной работе и какое-либо отслужившее свой срок реле с длиной контактных пластин не менее 30...35 мм.

На общем виде (**рис. 8**) хорошо видны основные детали, простота сборки и принцип действия расцепителя с фиксацией. Контактные пластины взяты из типового промежуточного реле РПУ-2. Они закрепляются между двух текстолитовых пластин прямоугольными сгибами, образуя прочную площадку благодаря сжатию винтами М3 вместе с крепёжными уголками. Около рабочего контакта сделаны изгибы пластин, образующие "шейку" для обеспечения размыкания контакта посредством тонкой текстолитовой пластины толщиной 1,5 мм, эскизно изображённой на **рис. 9**. Для соединения её с капроно-

работу контактной группы можно легко видеть по искрению во время пробных и рабочих испытаний благодаря прозрачному защитному корпусу, изготовленному из шприца объёмом 5 мл. Измерение усилия, необходимого для размыкания контакта, с помощью электронных весов показало 50...60 Г.

В указанной на фото конструкции использован электромагнит малого размера, с катушкой, намотанной виток к витку на специальном станке, изготовленном автором именно с целью минимизации размеров [4]. Верхняя подвижная пластина (якорь) удерживается в сборке липкой упаковочной лентой (на неё нанесён акриловый клей). Она не оказывает заметного сопротивления движению и, как показывает длительный опыт использования более 10 расцепителей, вполне устойчиво обеспечивает их работу.

Как показал опыт, катушку не обязательно наматывать виток к витку, возможна намотка и внавал, но надо постараться сделать её наиболее ровной. Возможно использование обычной электродрели. В авторском опыте такой

рабочем положении катушки. Ввиду высокой чувствительности курка дрели желательно использовать какой-либо регулятор напряжения с минимальным начальным напряжением и регулировочным резистором с выключателем под рукой. Его придётся, скорее всего, добавить к имеющемуся регулятору с использованием специальных гнёзд для дистанционного управления.

Для надёжного удерживания катушки применяется специальная "вилка", изображённая на **рис. 10**. В ней используется шпилька М2, завинченная в алюминиевый брусок размерами 12×10×5 мм, а для катушки — упругие шпильки диаметром 1,4 мм с расстоянием между ними 4 мм, которые необходимо "закернить" в этом бруске.

Таким образом, с целью обеспечения намотки внавал и уменьшения импульса тока через контакт размеры катушки необходимо увеличить. Её щёчки эскизно изображены на **рис. 11**. Их надо изготовить из текстолита толщиной 1 мм. Щёчку с отверстиями для контактов обмотки увеличивают соответственно на 2...3 мм, как показано на эскизе.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Длину магнитопроводов из "вязальной", мягкой проволоки диаметром 5 мм надо увеличить до 18 мм. Соответственно, ширина обмотки должна быть примерно 14 мм. Отверстия диаметром 1,5 мм около магнитопроводов необходимо сделать после сборки катушки [4] на расстоянии 4 мм. Указанные размеры позволяют увеличить сопротивление обмотки ориентировочно до 80...100 Ом, т. е. уменьшить импульс тока через контакт, и разместить собранный электромагнит на корпусе стандартного расце-

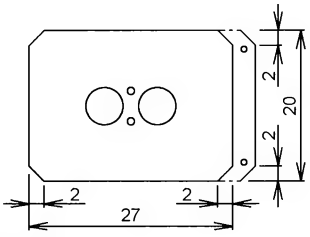


Рис. 11

пителя 10 А. Все испытанные автором типы расцепителей на ток 7 А и 10 А имеют одинаковые размеры. Ввиду увеличения длины магнитопроводов желательно использовать в статорном магнитопроводе двойную оцинкованную ленту толщиной 0,75 мм вместо простой тарной ленты 1 мм [4].

В то же время, думается, нельзя отказываться и от стандартного "брейкера". Дело в том, что он легко разбирается и возможна замена биметаллической пластины, на которую действует толкатель, на пластину от реле (особенно в "сгоревшем" экземпляре), с заменой фиксирующей шторки. Но такой способ более подходит, конечно, для массового производства. Таким образом, как опытные, так и начинающие мастера могут выбрать наиболее рациональную по своим потребностям конструкцию ограничителя, который, судя по представленным материалам и авторскому опыту, является, в сравнении с типовыми стабилизаторами, не говоря уже о защитных реле, явно предпочтительным не только по затратам, но и по некоторым характеристикам.

ЛИТЕРАТУРА

1. РЕСАНТА®. Стабилизатор напряжения переменного тока электронный с цифровой индикацией. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/470/DOC002470278.pdf** (24.01.25).

2. Руководство по эксплуатации стабилизаторов напряжения SUNTEK. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/750/DOC002750966.pdf** (24.01.25).

3. Реле контроля напряжения СР-700. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/531/DOC001531050.pdf** (24.01.25).

4. **Васильев А.** Быстродействующее устройство защиты от перенапряжения. — Радио, 2020, № 2, с. 28—30.

5. **Васильев А.** Ограничитель напряжения сети для электронной аппаратуры. — Радио, 2021, № 10, с. 23—25.

6. **Васильев А.** Мощный ограничитель напряжения сети с механической фиксацией отсечки. — Радио, 2022, № 4, с. 24—27.

7. TOSHIBA Photocoupler GaAs Ired & Photo-Transistor TLP621, TLP621-2, TLP621-4. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/831/DOC050831276.pdf** (24.01.25).

8. KT8115A p-n-p составной биполярный транзистор. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/633/DOC003633363.pdf** (24.01.25).

9. HFD4 subminiature signal relay. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/868/DOC003868651.pdf** (24.01.25).

10. Керамические конденсаторы многослойные К10-17Б имп. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/056/DOC000056282.pdf** (24.01.25).

11. KT712 (А, Б). — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/484/DOC018484918.pdf** (24.01.25).

12. isc Silicon NPN Darlington Power Transistor BU806. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/563/DOC014563137.pdf** (06.01.25).

Световой эффект для часов "Механическая шестерёнка"

В. РУБАШКА, г. Лисичанск, ЛНР

Устройство, описание которого предлагается вниманию читателей, предназначено для улучшения дизайна готовых электронных часов. Оно создаёт различные световые эффекты синхронно с секундами. Эффекты формируются на двенадцати светодиодах, расположенных по кругу. Для придания "механического" вида каждую секунду изменяется направление движения. Скорость переключения каждого шага эффекта индивидуальна. При первом шаге она небольшая, затем постепенно возрастает. К среднему шагу скорость максимально увеличивается. Затем плавно замедляется, и на последнем шаге она опять становится небольшой. Это создаёт иллюзию ускорения и замедления вращения, что положительно влияет на эстетическое восприятие. Подобное решение со скоростью было применено в конструкции маятника [1].

Схема устройства показана на **рис. 1**. Микроконтроллер (МК) выбран восьмивыводной, его вполне хватает для решения поставленной задачи. Светодиоды подключаются по схеме мультиплексирования по методу Чарли [2]. Для управления двенадцатью светодиодами нужно четыре вывода МК. Ещё один вход тактируется секундными импульсами от часов. Для выбора эффектов использована кнопка SB1, которая подключена к выводу сброса RES. Такое решение нередко применяется в любительских конструкциях, когда у МК не хватает выводов. При старте МК в его регистре MCUSR (MCU Status Register) находится значение, от которого был произведён сброс, поскольку сработал детектор снижения

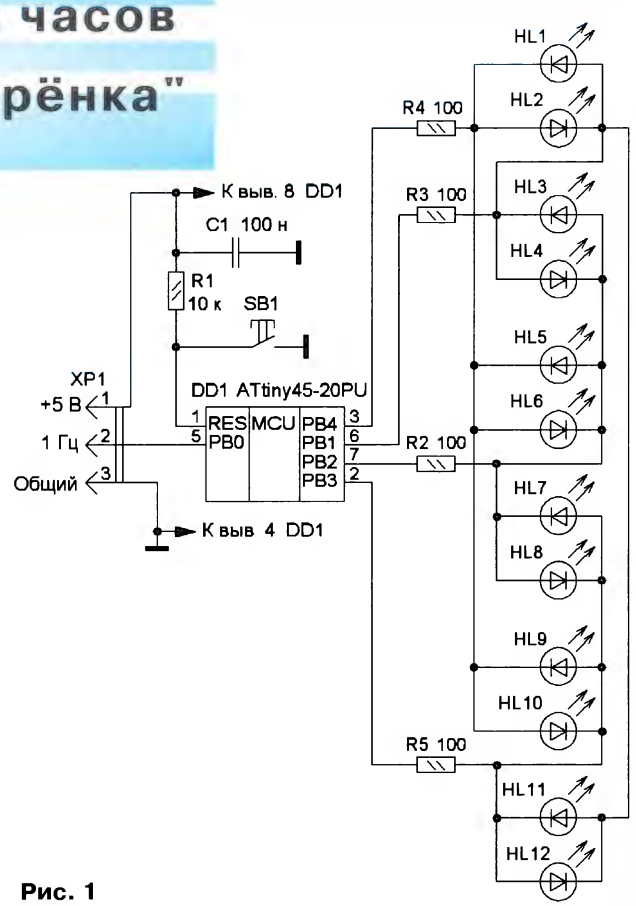


Рис. 1

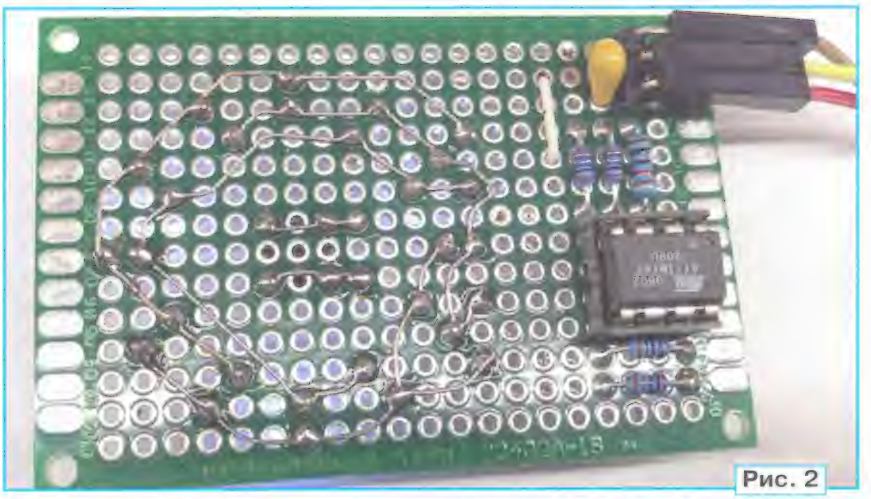


Рис. 2

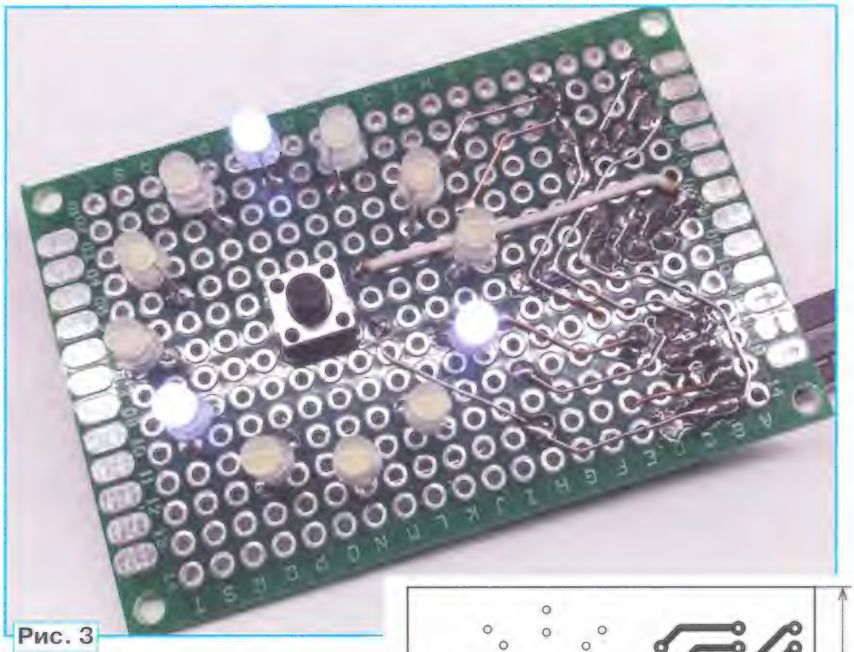


Рис. 3

напряжения, сторожевой таймер или вывод RES был подключён к общему проводу [3]. Анализируя значение этого регистра, принимается решение, надо ли переключать или нет текущий эффект. Если кнопка была нажата, выбирается следующий эффект по кругу, и его код записывается в энергонезависимую память. При следующем включении номер эффекта считывается из энергонезависимой памяти.

Устройство было собрано на макетной плате размерами 40×60 мм (**рис. 2** и **рис. 3**). Светодиоды и тактовая кнопка расположены с лицевой стороны, а МК с остальными элементами — с тыловой. Такое решение понадобилось для установки в готовые часы. Но можно все детали расположить и с одной стороны платы. Топология печатной платы и схема размещения элементов показаны на **рис. 4**. Для изготовления платы потребуется двухсторонний фольгированный стеклотекстолит толщиной 1...1,5 мм. Можно применить светодиоды любого цвета свечения в матовом круглом корпусе диаметром 3 мм. Без изменения монтажа можно установить светодиоды диаметром 5 мм. Хорошо будут смотреться светодиоды в прямоугольном или треугольном корпусе. Их форма больше похожа на настоящие зубья шестерёнки. Для установки МК использована панель, но это не обязательно. При использовании панели МК легче достать и поместить его в программатор для перепрошивки. Кроме того, можно быстро заменить его другим из этой же серии, с большей или меньшей памятью.

Это устройство можно использовать вместо секундных разделителей между часами и минутами или как самостоятельный элемент дизайна в любом подходящем месте. В программе МК заложено восемь эффектов. При этом в памяти использованного МК осталось много свободного места. Поэтому можно добавить собственные эффекты. А ещё будет неплохо предусмотреть автоматическую смену эффектов, например, через каждые несколько десятков секунд. Эффекты могут меняться по кругу или выбираться случайным образом.

Программа для МК написана в среде Bascom-avr версии 2.0.8.1 и была промоделирована в Proteus версии 7.10 (**рис. 5**). В самом начале кода получаем значение регистра MCUSR, для дальнейшего анализа проверяется, было ли нажатие на кнопку, подключённую к выводу RES. Затем идут стандартные процедуры: установка периферии (порта, таймера для динамической индикации, прерывания от секундных импульсов), объявление переменных. Считывается

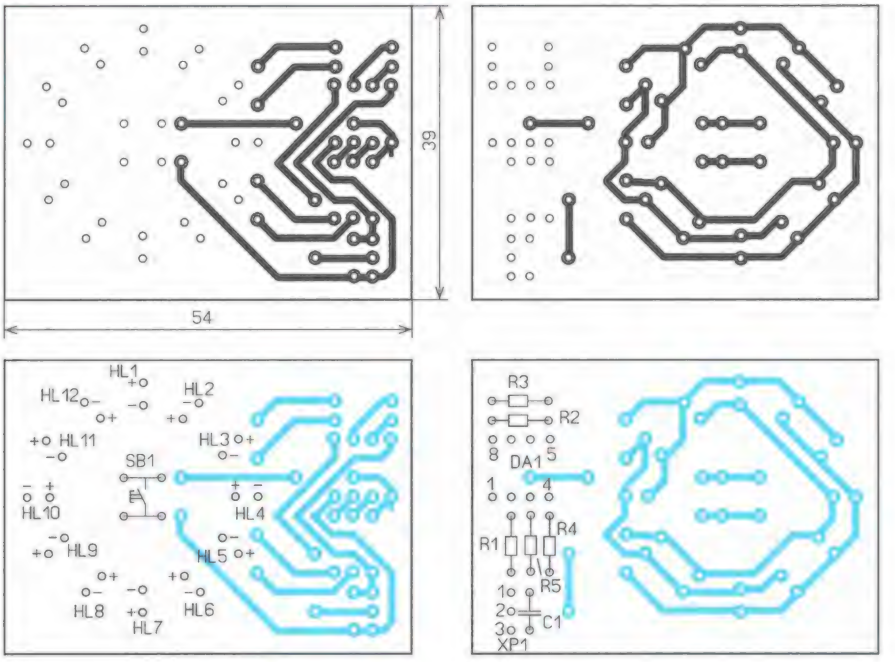


Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

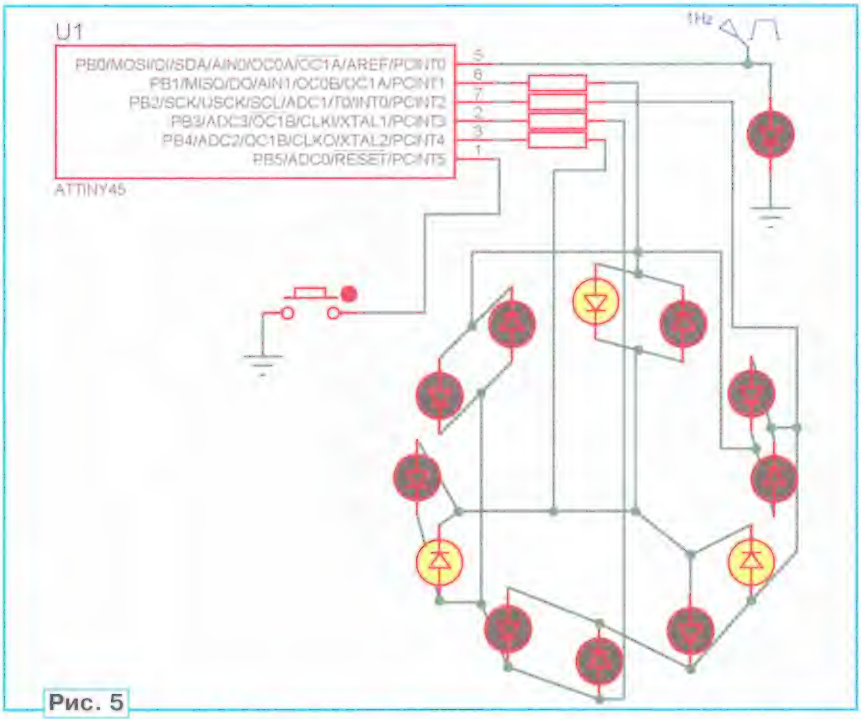


Рис. 5

таблице (Pausis). Эти значения при желании можно подобрать под свой вкус, добиваясь более плавного "хода" эффекта. Но и в таком варианте всё выглядит очень правдоподобно — "шестерня" каждую секунду плавно разгоняется и плавно останавливается. Прерывание таймера 0 динамической индикации (Pulse) с большой скоростью переключает 12 светодиодов. Из-за инерционности нашего зрения возникает иллюзия, что все светодиоды включаются и выключаются одновременно. Статус каждого светодиода хранится в своём бите переменной Dat. В таблице эффектов это выглядит как Data &B000001000001%. На самом деле переменная для хранения данных — двухбайтовая (Dim Dat As Word). По идее, в ней должно быть 16 нулей и единиц. Но в Баскоме разрешена подобная запись, в которой можно не указывать незначащие нулевые значения старших битов. Визуально это воспринимается более информативно. Сразу видно, какой светодиод включён, а какой нет. Это позволяет с лёгкостью формировать новые эффекты прямо в редакторе. При программировании МК фьюзы устанавливают в соответствии с **рис. 6**.

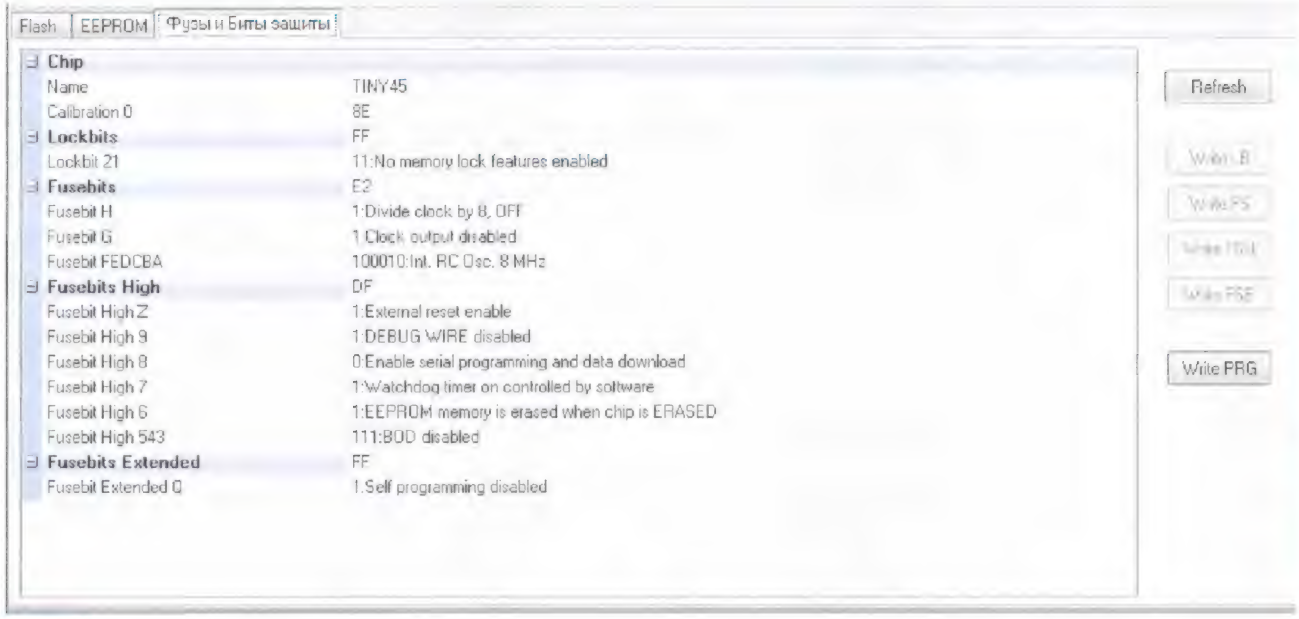


Рис. 6

значение номера эффекта из энергонезависимой памяти (Readeeprom Effect , 3). Производится проверка, чтобы не было превышено его значение (If Effect > Maxeffect Then Effect = 0). Это может произойти при "чистой" EEPROM, у которой во всех ячейках записано 255. Проверяется, была ли нажата кнопка (If Reason_for_ reset.1 = 1 Then). В случае нажатия выбирается следующий эффект и происходит запись его номера в EEPROM. Затем начинается исполнение кода в бесконечном главном цикле Do ... Loop. В нём идёт постоянная проверка поступления секундных импульсов от часов. Прерывание срабатывает и в начале импульса, и в конце. Поэтому код выполняется с приходом каждого второго импульса (If Flg_1hz = 2 Then). Здесь меняется переменная направления вращения (Toggle Naprav), и выполняется прямой или обратный цикл по шагам эффектов (For Step_pendul = 0 To 12 или For Step_pendul = 12 To 0 Step –1). Каждый эффект состоит из 13 шагов. Все эффекты представлены в таблице эффектов (Effects). Каждому шагу эффекта соответствует своя пауза, значение которой хранится в

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сергеев А.** Настоящий светодиодный маятник. — Радио, 2008, № 7, с. 49—52.
2. Чарлиплексинг. — URL: **https://clck.ru/3GYwuB** (23.02.25).
3. **Евстифеев А. В.** Микроконтроллеры AVR семейства Tiny. Руководство пользователя. — М.: Додека-XXI, 2007, с. 175—177.

***От редакции**. Чертёж печатной платы, файлы и видеоролики, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/effekt.zip** на нашем FTP-сервере.*

Станок для обмотки жгутов изоляционным материалом

В. ХОХЛОВ, г. Северодвинск Архангельской обл.

При мелком серийном производстве, где изготавливают десятки наименований и типов жгутов, как правило, производится их защита обмоточными лентами различных типов. Обмотка жгутов (проводов) вручную является монотонной работой, кроме того, не позволяет создавать стабильный шаг обмотки ленты. При разработке станка за основу его конструкции была взята демонстрационная модель обмоточного станка без автоматической подачи провода и торможения ленты, представленная на **рис. 1** [1]. Так как производители подобной техники не выкладывают на свободное обозрение кинематические схемы своего оборудования, пришлось разработать свой вариант.

Кинематические схемы, близкие к требуемой, применяются в 3D-принтерах. Базовый вариант и состав модели станка представлен на **рис. 2**.

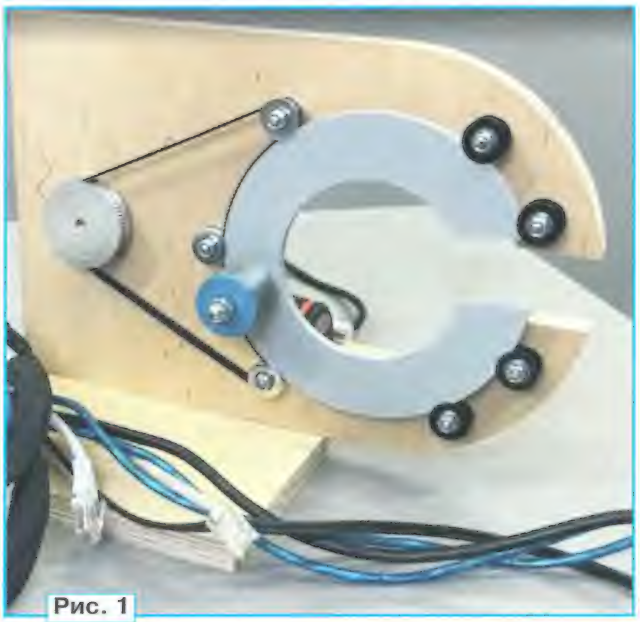


Рис. 1

Рис. 2

Отличие основного привода от привода, показанного на рис. 1, — изготовление диска в виде шестерни, так как при гладком диске происходят большие проскальзывания диска. Зубчатая часть выполнена с помощью наклеенного на диск полиуретанового ремня 2GT (**рис. 3**).

Первая кинематическая схема, которая была опробована, — это когда податчик и приёмник провода были соединены единым синхронизирующим ремнём при одном приводном двигателе. Достоинством этого варианта является высокая синхронизация валов приёмника и податчика провода. К недостаткам можно отнести тот факт, что обрезиненные валы должны быть изготовлены точно из очень качественной мягкой резины. В домашних условиях сделать их с помощью 3D-принтера с последующей оклейкой резиной не удалось. В результате при обмотке жгутов из мягких проводов небольшого диаметра образовывались петли из-за различия в диаметрах валов. Кроме того, шаговый электродвигатель должен обеспечивать требуемые механические усилия. Здесь подошёл бы Nema23 (57HB78F208), но в наличии был только Nema17 (17HS4023).

Во второй испытанной кинематической схеме был удалён синхронизирующий ремень. Синхронизация осуществляется за счёт протяжки жгута. Остался один недостаток — нехватка момента силы на жгутах толщиной более 5 мм. Если появятся шаговые двигатели Nemo23, будет возможность их использовать. Это упростит кинематическую и электрическую схемы, о второй схеме речь пойдёт далее.

Схема станка представлена на **рис. 4**. Кинематическая часть состоит из трёх шаговых двигателей M1—M3 (Nemo17) под управлением драйверов шаговых двигателей A1—A3 (TB6600). Здесь M1— шаговый двигатель податчика провода, M2 — шаговый двигатель приёмника провода, M3 — шаговый двигатель основного привода вращения диска, A9 — датчик нулевого положения и скорости вращения вала податчика провода, A10 — датчик нулевого положения и скорости вращения вала приёмника провода, A11 — датчик нулевого положения основного привода вращения диска. К сожалению, датчики A9, A10 в программном коде отключены в связи с тем, что не удалось сделать диск скорости точно. На 3D-принтере отверстия при печати получаются неточными, а лазерного станка, способного резать метал в моём городе, в свободном доступе нет. Поэтому было решено оставить их для тех, у кого будут такие технологические возможности, поскольку это даёт возможность построить обратные связи и повысить точность.

Рис. 3

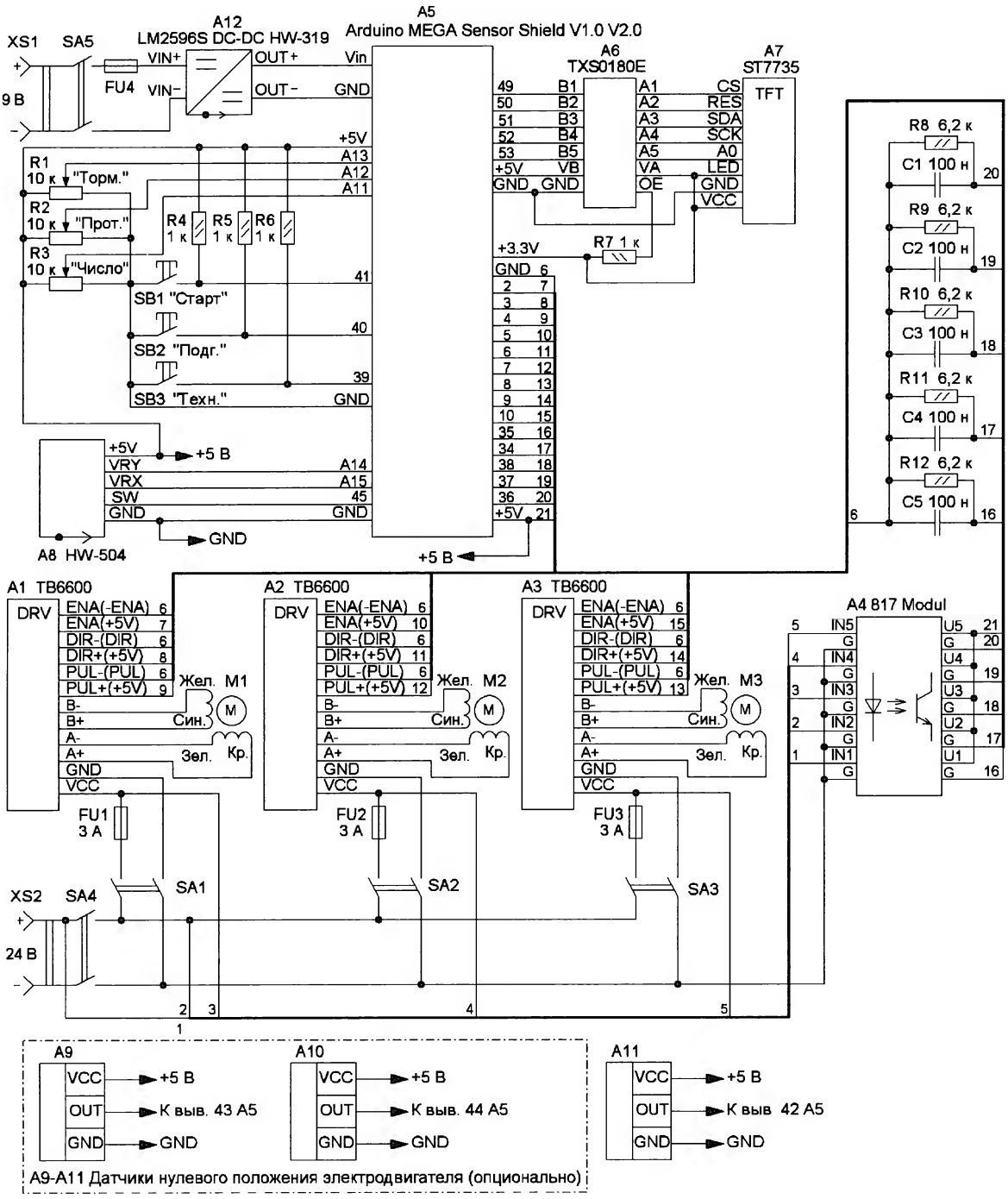


Рис. 4

Алгоритм работы станка следующий. При нажатии на кнопку SB1 "Старт" модуль микроконтроллера (МК) Arduino Mega 256 (**рис. 5**), размещённый на плате расширения Arduino MEGA Sensor Shield V1.0 V2.0 A5 (**рис. 6**), с помощью датчика A11 считывает информацию о том, находится ли диск основного привода в нулевой точке, если нет, устанавливает его начальное положение. Дальше входы АЦП МК считывают значение напряжения с переменных резисторов R1—R3. С помощью резистора R1 устанавливают число секторов сдвига основного привода, с помощью резистора R2 — смещение при повороте на один сектор, с помощью резистора R3 — торможение в процентах (0...10 %) от вращения вала приёмника провода.

Двигатель M3 устанавливает основной привод в первый сектор, а двигатели M1, M2 сдвигают жгут на выставленное резистором R2 смещение. Причём двигатель M1 отключается раньше, переходя в режим свободного вращения, обеспечивая натяжение жгута. Значение, на сколько раньше отключится двигатель M1, определяется резистором R3. Затем цикл повторяется до достижения конечного сектора. В итоге шаг обмоточного материала в виде изоляционной ленты за один оборот основного привода равен $S = N \cdot \Delta$, где N — число секторов основного привода: Δ — смещение жгута. Суммарное число

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 5

Рис. 7

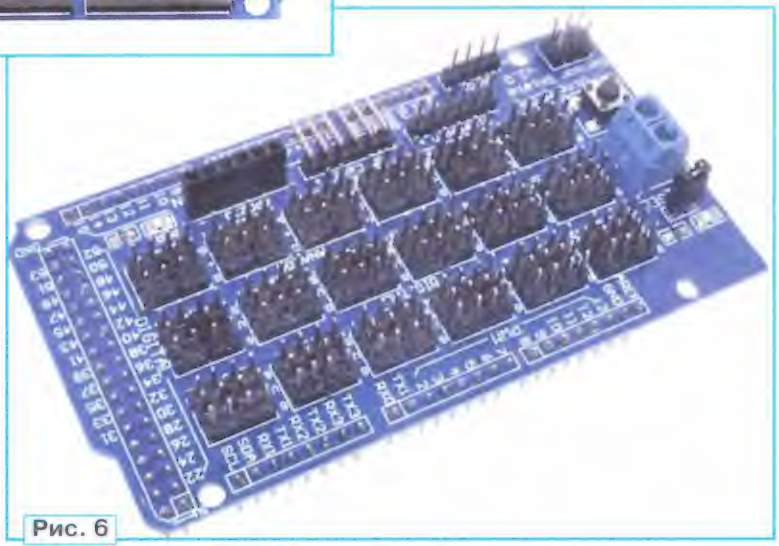


Рис. 6

пройденных смещений жгута отображается на дисплее модуля A7.

В программном обеспечении заложены следующие возможности. Подготовка жгута. При нажатии перед основной операцией намотки на кнопку SB2 "Подготовка жгута" двигатели M1 (ось X) и M2 (ось Y) переходят в независимый режим, позволяющий с помощью джойстика A8 создать первую петлю на жгуте для начальной фиксации изоляционной ленты на нём. Затем вернуть жгут в начальное состояние. Выход из режима — повторное нажатие на кнопку SB2.

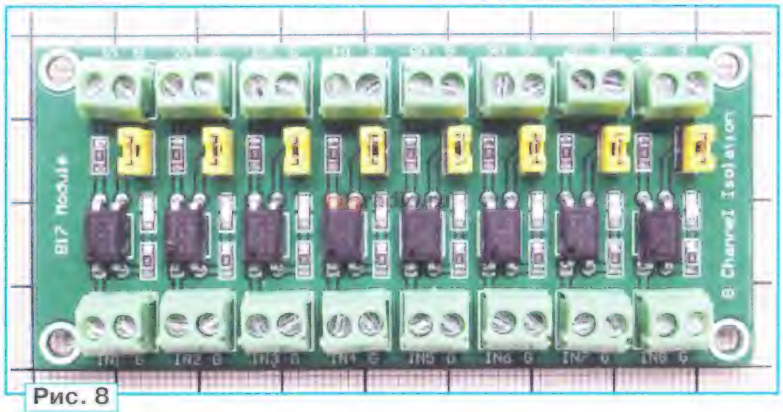


Рис. 8

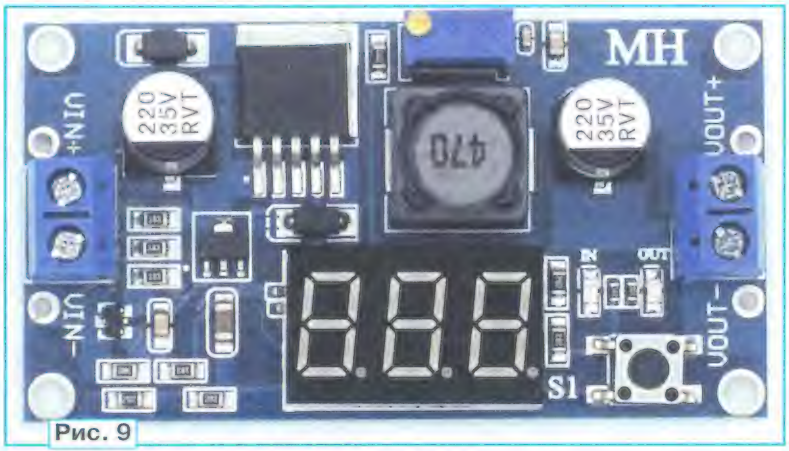


Рис. 9

Если нажать на встроенную в джойстик A8 кнопку (**рис. 7**), можно проворачивать основной двигатель по одному обороту вокруг своей оси вперёд или назад (ось Y) или проматывать жгут в синхронном режиме двигателей M1, M2 (ось X). Оба режима являются независимыми и не могут работать одновременно.

Система контроля базируется на модуле A4 817 Modul с оптронами PC817 (**рис. 8**). Она передаёт информацию о том, в каком состоянии находится питание драйверов шаговых двигателей и в каком выключатели SA1—SA4. На основе этой информации МК и даёт разрешение на запуск станка. При монтаже надо обязательно снять перемычки на модуле A4, в противном случае не будет гальванической развязки.

Для системы питания требуются два независимых источника питания. Один — для модуля МК, другой — для силовой части. Ток, который должен обеспечивать силовой источник питания, — не менее 3 А. Ни в коем случае не пытайтесь использовать один источник питания, подавая напряжение на силовую часть и модуль МК одновременно, вы рискуете сжечь МК. Шаговые двигатели обладают режимом генерации энергии, и при их проворачивании в цепи питания возникают всплески напряжения. Если драйверы это выдерживают, то МК нет. Мой горький опыт говорит об этом, поскольку у меня так получилось сжечь МК. После этого систему питания изменил и переработал на независимую. Вот почему обязательно надо удалять пере-

Рис. 10

MOTOR_1 — драйвер податчика провода A1; MOTOR_2 — драйвер приёмника провода A2; MOTOR_3 — драйвер основного привода A3. Второе число — частота импульсов управления (в герцах), которая влияет на скорость вращения; третье число — передаточный

"садится" на один вал с валом приёмника провода. Удаляют драйвер A1, двигатель M1 из податчика и резистор R3. Это даст полную синхронизацию за счёт самого протягиваемого жгута. Минус такого решения — стоимость устройства будет выше. Кроме того, доступна реализация полного привода, когда двигатели, соединённые с валом, расположены вверху и внизу приёмника

Рис. 11

мычки в модуле A4. После этого таких проблем больше не было. Выключатели SA1—SA3 технологически служат для удобства налаживания. В рабочем

коэффициент (отношение числа зубьев ведущего и ведомого шкивов); четвёртое число — число импульсов, выставленное на переключателях драйвера.

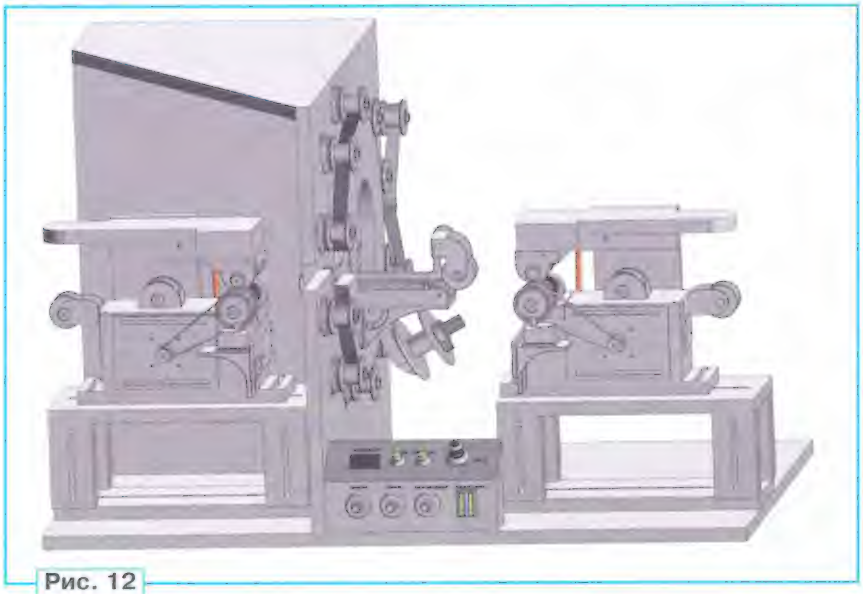


Рис. 12

режиме они всегда включены. Защита основана на предохранителях FU1—FU4. Для питания модуля МК использован модуль питания LM2596S DC-DC HW-319 [2] со встроенным вольтметром (**рис. 9**).

Налаживание устройства сводится к выставлению значений тока и числа шагов на оборот двигателя с помощью переключателей и таблицы, которые расположены на корпусе драйвера (**рис. 10**, **рис. 11**).

Дальше в файле main.cpp устанавливают число шагов и другие параметры:

По умолчанию выставлены следующие значения:

Nemo_step_motor engine_1 = {43, 3000, 5, 6300, "MOTOR_1"};

Nemo_step_motor engine_2 = {44, 3000, 5, 6300, "MOTOR_2"};

Nemo_step_motor engine_3 = {42, 12000, 16, 1600, "MOTOR_3"};

Одним из вариантов улучшения является использование шаговых двигателей Nemo23 с встроенным редуктором. Они обладают более высоким моментом на валу. При этом ремённые передачи удаляют, и шаговый двигатель

провода. Обмотки двигателей включаются при этом последовательно. Это могут сделать те, кто имеют производственную базу (станки и оборудование по обработке металлов). Схемы этих вариантов выложены на сайте журнала.

Компоновка и размещение деталей станка были разработаны в программе Компас-3D v21, которая представлена на **рис. 12**. Разница с базовой моделью — в добавлении регулировок центровки податчика и приёмника, а также дополнительное ребро жёсткости. Схема без изменения. Все размеры и материалы условны. Все тексты прошивок написаны в Visual Studio Code в среде Platformio для Arduino. Кнопкой SB3 включают режим "Техн." — технологический режим отладки, включающий выдачу сообщений через USB-порт в компьютер. Последняя версия прошивки расположена в папке MOTOR_3.3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машина для обмотки жгутов проводов своими руками. — URL: **https://clck.ru/3G5vAf** (30.01.25).

2. Понижающий DC-DC преобразователь LM2596S с вольтметром HW-319. — URL: **https://clck.ru/3G5vFJ** (30.01.25).

***От автора**. Если кто-то будет делать это устройство и развивать проект, готов оказывать техническую помощь удалённо. E-mail для связи volchok20012001@mail.ru .*

***От редакции**. На нашем FTP-сервере по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/stanok.zip** находятся файлы проекта, авторская техническая документация (применённые детали и узлы, инструкции по эксплуатации) и видеоролики, иллюстрирующие работу устройства.*

Инвертор "холодного неона" в импровизированном стенде для проверки и ремонта светодиодных ламп

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В самом начале следует отметить, что ремонтировать или нет светодиодные лампы — выбор каждого. Но в таком ремонте нет ничего плохого, только польза для окружающей среды.

В настоящее время широко распространены и доступны комплекты для тюнинга автомобиля с помощью "холодного неона", называемого также "гибким неоном", электролюминесцентным проводом, EL-проводом, EL-лентой. О его конструкции можно узнать в [1]. В такой комплект, кроме самого EL-провода, входят инвертор (трансформаторный повышающий преобразователь постоянного напряжения в переменное) и вилка для подключения к бортсети автомобиля [2]. Инвертор необходим, поскольку для питания EL-провода требуется переменное напряжение до 200 В и частотой от нескольких сотен герц до единиц килогерц. В статье пойдёт речь об использовании такого инвертора для построения стенда для проверки и ремонта светодиодных ламп. Следует отметить, что для этого потребуется маломощный регулируемый источник переменного напряжения до 200...230 В, который не имеет гальванической связи с сетью 230 В.

Рис. 1

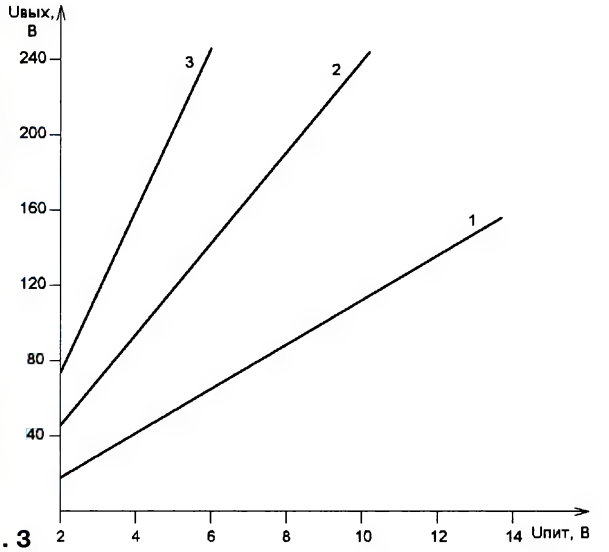


Рис. 3

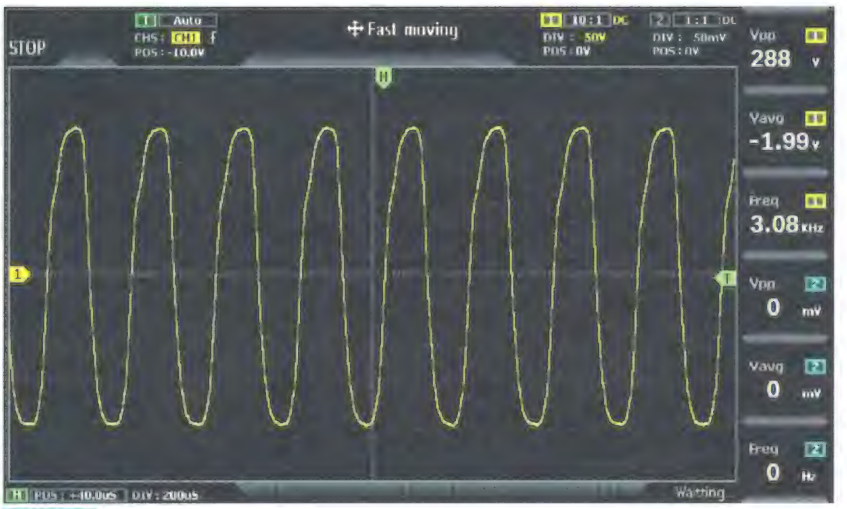


Рис. 2

Процедура проверки и ремонта заключается в плавном повышении напряжения питания лампы с контролем режимов диодов, диодных мостов, микросхем, конденсаторов и светодиодов. Большинство современных бытовых светодиодных ламп содержат мало элементов, которые, как правило, становятся доступными после удаления светорассеивателя. Например, для светодиодной лампы на семи светодиодах с выпрямителем на диодном мосте и стабилизаторе тока на микросхеме заметное свечение светодиодов наступает при напряжении 200...210 В на выходе выпрямителя. Поэтому при таком напряжении можно начинать проверку исправности светодиодов. Один из вариантов замены неисправных светодиодов приведён в [3].

Описание устройства аналогичного назначения приведено в [4], но в нём применён повышающий высокочастотный преобразователь напряжения от сканера, что затрудняет его изготовле-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 4

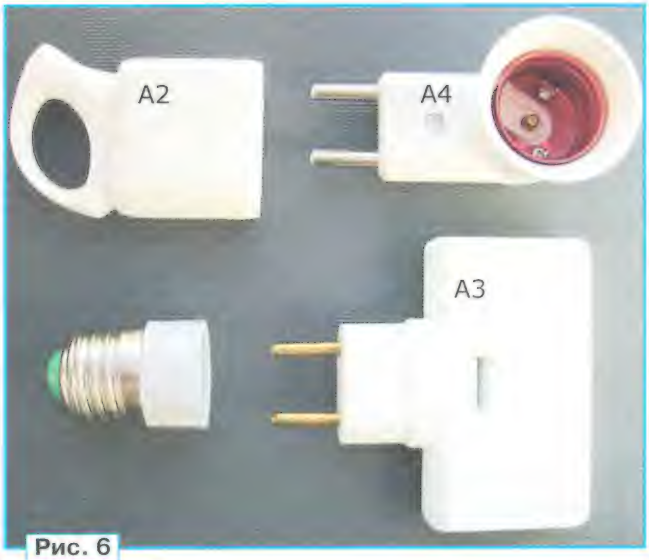


Рис. 6

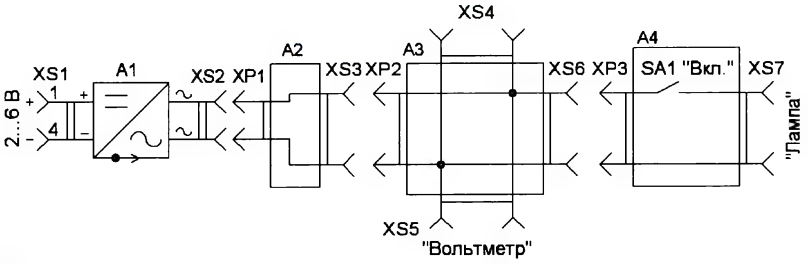


Рис. 5

ние. Кроме того, для него потребовался выпрямитель переменного напряжения. Инвертор для EL-провода более доступен, и его можно приобрести как в составе комплекта для тюнинга автомобиля, так и отдельно [5]. Следует отметить, что существуют много различных инверторов для EL-провода с различным напряжением питания, в том числе и от батареи гальванических элементов различных типоразмеров.

Рассмотрим сначала инвертор с питанием от бортсети легкового автомобиля. Он показан на **рис. 1**. В его состав входит сам инвертор 1 (блок, залитый компаундом), разъём 2 с кабелем для подключения к прикуривателю и разъём 3 с кабелем для подключения EL-провода. Поскольку частота выходного напряжения инвертора — около 3 кГц, выпрямитель светодиодной лампы работает без проблем. Кроме того, из-за наличия выпрямителя питать светодиодную лампу можно и постоянным напряжением.

Форма выходного напряжения инвертора при напряжении питания 12 В показана на **рис. 2**. Инвертор начинает работать при напряжении 2 В. Зависимость выпрямленного выходного напряжения от напряжения питания показана на **рис. 3** (прямая 1). Очевидно, что этого напряжения недостаточно для проверки светодиодной лампы. Поэтому был использован выпрямитель с удвоением напряжения, в котором применены конденсаторы ёмкостью 1 мкФ. На частоте 3 кГц такой ёмкости вполне достаточно. Зависимость выходного выпрямленного напряжения для этого случая показана на рис. 3 (прямая 2). В таком варианте инвертор подходит для построения стенда для проверки и ремонта светодиодных ламп.

Теперь рассмотрим инвертор с напряжением питания 5 В (**рис. 4**). Он снабжён USB-разъёмом для подключения к источнику питания. При этом встроенный трансформатор имеет большее число витков вторичной обмотки. Зависимость выходного выпрямленного напряжения от напряжения питания для этого инвертора показана на рис. 3 (прямая 3).

Таким образом, "сердцем" импровизированного стенда для проверки и ремонта светодиодных ламп является инвертор для питания EL-провода. Остаётся добавить несколько элементов, и стенд готов. Его схема для инвертора с напряжением питания 5 В показана на **рис. 5**, при этом потребуются элементы, показанные на **рис. 6**. A1 — инвертор, A2 — розетка кабельная, A3 — разветвитель питания (тройник), A4 — переходник-вилка E27 с выключателем. Кроме того, необходимым элементом будет переходник E27/E14 (на рис. 5 не показан). Доработки потребует только розетка кабельная, в ней надо закрепить двухпроводный кабель, на конце

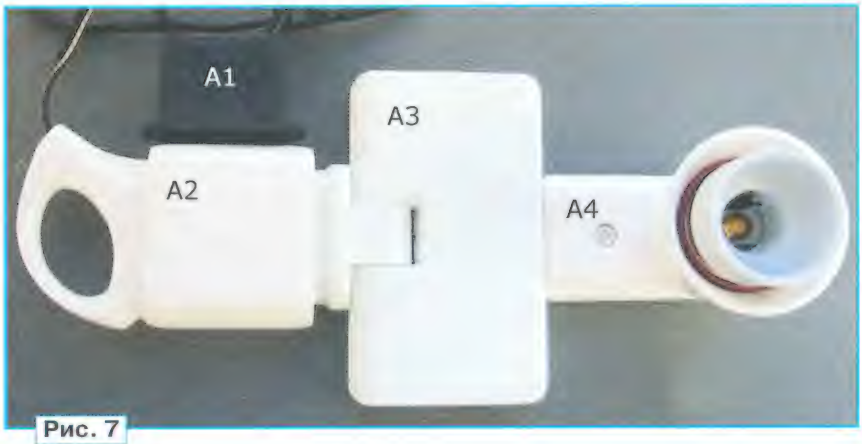


Рис. 7

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

которого установить вилку PLS для подключения к выходному разъёму инвертора. Поскольку выходное напряжение переменное, вилку PLS можно устанавливать в любом положении.

При использовании инвертора с напряжением питания 12 В схема стенда практически не изменится, только потребуется более серьёзная доработка кабельной розетки (**рис. 8**). Там надо

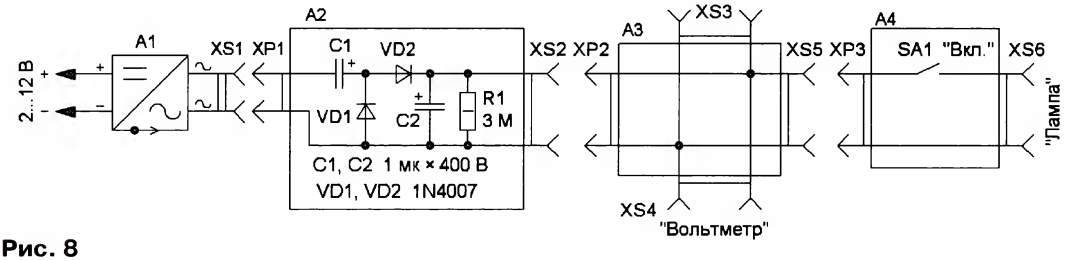


Рис. 8

назначению, а стенд собирать только в случае необходимости ремонта светодиодных ламп.

Такие инверторы можно использовать и в других радиолюбительских конструкциях, в том числе в измерительных устройствах и стендах для проведения ремонта различной аппаратуры.

Предлагаемый стенд выглядит так. Инвертор подключают к кабельной розетке, к ней подключают разветвитель питания, к которому, в свою очередь, подключён переходник-вилка (**рис. 7**) и вольтметр (в режиме измерения переменного напряжения), который нужен для контроля напряжения, поступающего на светодиодную лампу. Её устанавливают в переходник-вилку. На USB-разъём инвертора подают напряжение питания от регулируемого блока питания. При подключении к стенду исправной светодиодной лампы (слабое свечение) и напряжении питания 6 В стенд потребляет ток около 75 мА.

разместить выпрямитель с удвоением напряжения, собранный на элементах VD1, VD2, C1, C2, резисторе R1, который нужен для разрядки конденсаторов после выключения питания. Вольтметр в этом случае должен измерять постоянное напряжение. Применены импортные конденсаторы (от светодиодных ламп), их ёмкость может быть в интервале 1...3,3 мкФ, резистор — МЛТ, С2-23 или импортный.

В заключение следует отметить, что при наличии всех комплектующих изготовить такой стенд не составит труда и займёт это совсем немного времени. Кроме того, большинство элементов можно использовать по прямому

ЛИТЕРАТУРА

1. Электролюминесцентный провод. — URL: **https://clck.ru/3Gb99p** (27.02.25).
2. Неоновая нить синяя. — URL: **https://clck.ru/3Gb9Gc** (27.02.25).
3. **Нечаев И.** Ремонтировать ли светодиодные лампы? — Радио, 2022, № 8, с. 35—37.
4. **Нечаев И.** Устройство для проверки и ремонта светодиодных ламп. — Радио, 2022, № 2, с. 35, 36.
5. El инвертор для холодного неона. — URL: **https://clck.ru/3Gb9M5** (27.02.25).

Устройство для принудительной остановки микродвигателя внутреннего сгорания радиоуправляемой модели

О. ИЛЬИН, г. Казань

Современные микродвигатели внутреннего сгорания (ДВС) радиоуправляемых моделей [1, 2], как правило, оснащены карбюратором специальной конструкции, в котором положение воздушной заслонки во всасывающем патрубке и иглы малого газа в жиклёре задаются угловым положением механически сопряжённого с ними ротора сервопривода, управляемого модулированными по длительности канальными импульсами, поступающими на вход сервопривода с соответствующего выхода дешифратора радиоприёмника модели. Это позволяет дистанционно не только регулировать число оборотов вала ДВС, но и остановить в нужный момент работу двигателя, например для завершения полёта авиамодели.

Однако многие моделисты устанавливают на свои радиоуправляемые модели более простые по конструкции и доступные по цене микродвигатели внутреннего сгорания [3, 4], которые не оснащены дистанционно управляемым карбюратором. При этом двигатель во время движения модели работает на постоянных оборотах и останавливается после выработки всего горючего в топливном баке либо его останавливают принудительно по команде находящегося на борту модели таймера — часового механизма, управляющего работой исполнительного устройства, которое через заданное время после старта модели посредством системы рычагов, тяг и пружин либо перекрывает всасывающий или выпускной патрубок двигателя, либо прекращает доступ топлива в двигатель, либо разгерметизирует систему подачи топлива под давлением [4]. Недостаток этих устройств — невозможность принудительно остановить ДВС модели в произвольный момент времени.

Предлагаю устройство для принудительной остановки ДВС радиоуправляемой модели, свободное от указанного недостатка. Это устройство может работать в составе любой имеющей канал управления двигателем системы пропорционального радиоуправления моделями, в которой, в зависимости от углового положения рукояток управления передатчика, длительность канальных импульсов изменяется в интервале от 1 до 2 мс, а частота их следования равна 50...60 Гц. Устройство выполнено на доступной элементной базе,

несложно в налаживании и стабильно в работе.

Основные технические характеристики

Амплитуда канальных импульсов на входе, В ..... 3...5
Амплитуда импульсов управления сервоприводом, В, не менее 4
Длительность импульсов управления сервоприводом, мс ..... 1 и 2
Период следования импульсов управления сервоприводом, мс 20
Напряжение питания, В 5
Потребляемый ток при неподвижном роторе сервопривода, мА, не более 35

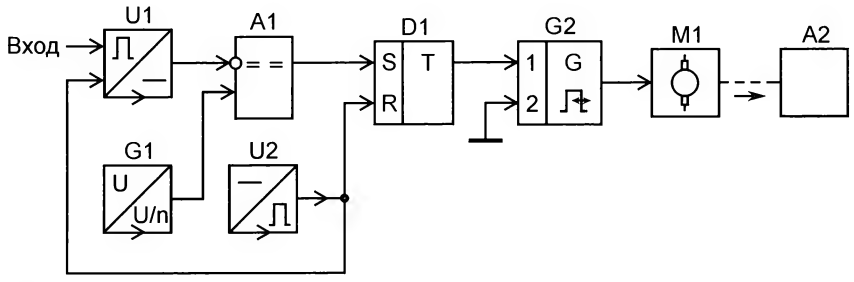


Рис. 1

Функциональная схема устройства для принудительной остановки ДВС радиоуправляемой модели (далее — устройство) представлена на **рис. 1**, где A1 — компаратор напряжения; A2 — механическое исполнительное устройство; D1 — RS-триггер; G1 — формирователь порогового напряжения; G2 — генератор прямоугольных импульсов, длительность которых задается цифровым кодом; M1 — сервопривод; U1 — интегратор; U2 — формирователь импульса начальной установки. На **рис. 2** представлены временные диаграммы напряжений в характерных точках этой функциональной схемы. Для наглядности масштаб по осям абсцисс и ординат не соблюдён, а эпюры напряжений изображены упрощённо.

Устройство работает так. С выхода, предназначенного для управления работой ДВС канала дешифратора радиоприёмника модели, на вход устройства поступает последовательность прямоугольных импульсов напряжения $U_{вх.}$, период следования которых равен T, а их длительность Δt изменяется в зависимости от углового положения рукоятки передатчика, которой управляют работой ДВС модели. Интегратор U1 преобразует канальные импульсы напряжения $U_{вх}$ в пропорциональное их длительности Δt постоянное напряжение $U_{вых.\ U1}$.

Пусть на интервале времени от t_0 до t_2 рукоятку передатчика, предназначенную для управления работой ДВС модели, устанавливают в положение, соответствующее максимальной длительности канальных импульсов Δt_{max}, на интервале времени от t_2 до t_4 эту рукоятку перемещают так, что длительность канальных импульсов Δt уменьшается, а на интервале времени от t_4 до t_6 её устанавливают в положение, когда длительность канальных импульсов достигает минимального значения Δt_{min}. В результате этого на интервале времени от t_0 до t_2 напряжение $U_{вых\ U1}$ на выходе интегратора U1 устанавливается на стационарном уровне, превышающем напряжение переключения компаратора A1 $U_{порог\ A1}$, формируемое функциональным узлом G1, на интервале времени от t_2 до t_4 напряжение $U_{вых\ U1}$ понижается и в момент t_4 становится меньше напряжения $U_{порог\ A1}$, оставаясь далее до момента t_6 на постоянном уровне, не превышающем напряжение $U_{порог\ A1}$.

Поскольку на интервале времени от t_0 до t_4 напряжение $U_{вых\ U1}$, поступающее с выхода интегратора U1 на инвертирующий вход компаратора A1, больше, чем напряжение $U_{порог\ A1}$, поданное на неинвертирующий вход этого компаратора с выхода функционального узла G2, на выходе компаратора A1 формируется напряжение $U_{вых\ A1}$ низкого уровня, которое поступает на вход S RS-триггера D1, при этом состояние RS-триггера D1, установленного в нулевое состояние коротким импульсом напряжения высокого уровня, формируемым функциональным узлом U2 в момент подключения к устройству напряжения питания, не изменяется.

С выхода RS-триггера D1 напряжение низкого уровня поступает на управляющий вход 1 генератора G2, на управляющем входе 2 которого, соединённом с общей шиной устройства, напряжение равно нулю. При этом на выходе генератора G2 формируются прямоугольные импульсы напряжения $U_{вых\ G2}$ длительностью Δt_1, период следования которых равен T. Эти импульсы, поступая на вход сервопривода M1, устанавливают его ротор в такое угловое положение α_1, при котором взведённый пружинный механизм исполнительного устройства A2, сопряжённого с ротором сервопривода M1 кинематической связью, не препятствует работе ДВС модели.

В момент t_4 на выходе компаратора A1 формируется напряжение $U_{вых\ A1}$ высокого уровня, которое, поступая на

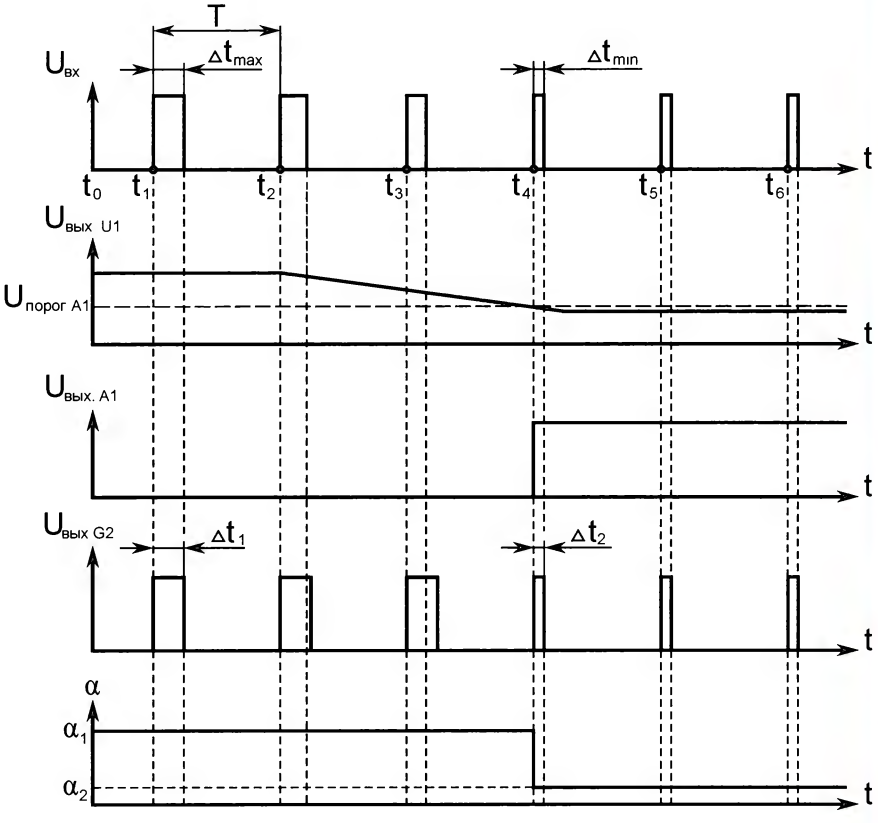


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2025

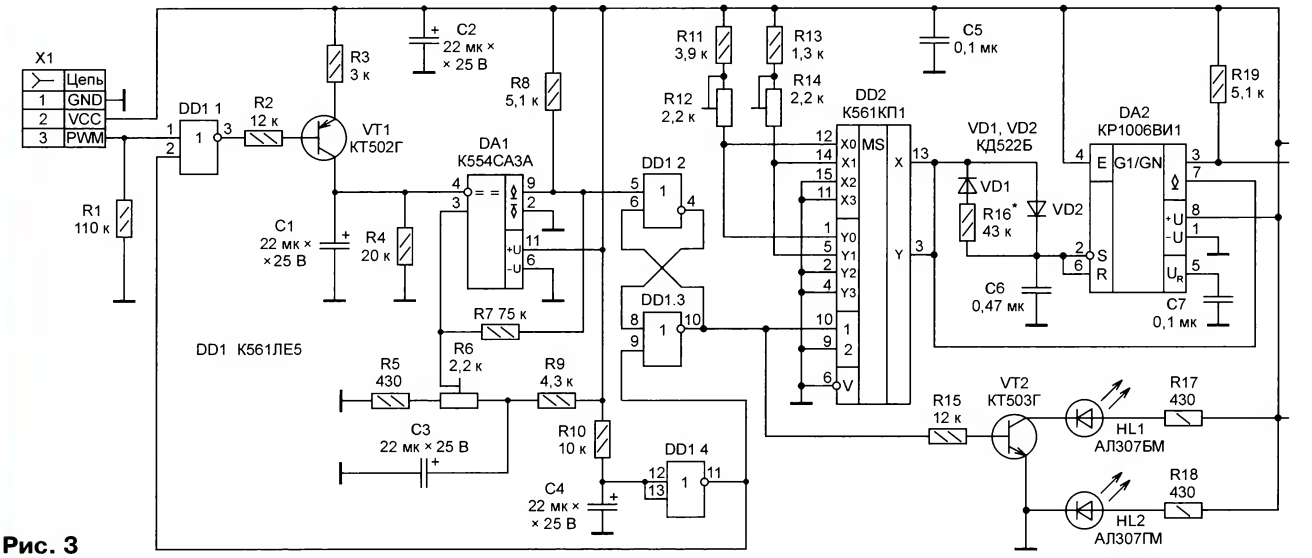


Рис. 3

вход S RS-триггера D1, устанавливает триггер D1 в единичное состояние, в результате чего на управляющий вход 1 генератора G2 подаётся напряжение высокого уровня. При этом на выходе генератора G2 формируются прямоугольные импульсы напряжения $U_{вых\ G2}$ длительностью Δt_2, период следования которых также равен T. Эти импульсы, поступая на вход сервопривода M1, устанавливают его ротор в такое угловое положение α_2, при котором он через систему рычагов и тяг воздействует на пружинный механизм исполнительного устройства A2, которое, срабатывая, останавливает двигатель модели, например прекращая доступ к нему топлива.

Схема устройства показана на **рис. 3**. Устройство питается формируемым на борту модели стабилизированным напряжением +5 В, поступающим на устройство через контакт 2 разъёма X1 (цепь VCC). При эксплуатации устройства разъём X1 соединяют с разъёмом радиоприёмника модели, предназначенным для подключения сервопривода, управляющего работой ДВС. Этим же напряжением питается и сервопривод M1, который подключают к устройству посредством разъёмов X2, X3. Конденсаторы C2, C5 — фильтрующие в цепи питания.

На логическом элементе 2ИЛИ-НЕ DD1.1, транзисторе VT1, резисторах R2—R4 и конденсаторе C1 собран интегратор (U1 на рис. 1). Времязадающие элементы интегратора — резисторы R3, R4 и конденсатор C1. Резистор R2 задаёт ток базы работающего в режиме ключа транзистора VT1. Когда транзистор VT1 открыт низким уровнем напряжения, сформированным на выходе логического элемента DD1.1, конденсатор C1 заряжается через резистор R3. При высоком уровне напряжения на выходе логического элемента DD1.1 транзистор VT1 закрывается, а конденсатор C1 разряжается через резистор R4. При изменении длительности импульсов Δt напряжения $U_{вх}$ от 2 до 1 мс напряжение на выходе интегратора $U_{вых\ U1}$ изменяется в пределах интервала от 2 до 1 В.

На микросхеме DA1 выполнен компаратор напряжения (A1 на рис. 1) — триггер Шмитта. Резистор R7 охватывает компаратор положительной обратной связью, резистор R8 — нагрузка коллектора выходного транзистора микросхемы DA1. Делитель напряжения R5R6R9 и фильтрующий конденсатор C3 — формирователь порогового напряжения (G1 на рис. 1).

Логические элементы DD1.2, DD1.3 образуют RS-триггер (D1 на рис. 1), а логический элемент DD1.4 и интегрирующая цепь R10C4 — формирователь импульса начальной установки (U2 на рис. 1).

Короткий импульс напряжения высокого уровня, сформированный на выходе логического элемента DD1.4 в момент подачи на устройство напряжения питания +5 В, воздействует на вход R RS-триггера (выв. 9 DD1.3) и на второй вход логического элемента DD1.1 (выв. 2 DD1.1). При этом на выходе логического элемента DD1.1 формируется напряжение низкого уровня, которое открывает транзистор VT1, вследствие чего на инвертирующем входе компаратора DA1 формируется напряжение, превышающее напряжение, поступающее на его неинвертирующий вход с выхода делителя напряжения R5R6R9. В результате на выходе компаратора DA1 формируется напряжение низкого уровня, которое поступает на вход S RS-триггера (выв. 5 DD1.2). Вследствие этих процессов RS-триггер устанавливается в начальное нулевое состояние — на его прямом выходе (выв. 10 DD1.3) формируется напряжение низкого уровня.

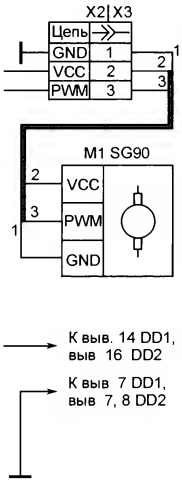
На интегральном таймере DA2, мультиплексоре DD2, резисторах R11—R14, R16, R19, конденсаторах C6, C7 и диодах VD1, VD2 собран генератор прямоугольных импульсов (G2 на рис. 1), длительность которых задаётся цифровым кодом. Конденсатор C6 — времязадающий, конденсатор C7 — фильтрующий, резистор R19 — нагрузочный.

Когда на управляющие входы 1, 2 мультиплексора DD2 (выв. 10, 9 DD2) поступает параллельный двоичный код 00 или 10, коммутируются между собой соответствующие входы и выходы мультиплексора DD2, в результате чего при двоичном коде 00 зарядка конденсатора C6 происходит через резисторы R11, R12 и диод VD2, а при двоичном коде 10 — через резисторы R13, R14 и диод VD2. Разрядка конденсатора C6 осуществляется через резистор R16, диод VD1 и выводы 1, 7 микросхемы DA2. Во время зарядки конденсатора C6 на выходе генератора (вывод 3 DA2) формируются импульсы напряжения, а во время разрядки — пауза между ними. Когда на управляющие входы 1, 2 мультиплексора DD2 поступает двоичный код 00, на выходе генератора формируются прямоугольные импульсы напряжения длительностью Δt_1, равной 2 мс, при коде 10 — длительностью Δt_2, равной 1 мс, при этом период следования импульсов T равен 20 мс, а их амплитуда — не менее 4 В. Эти импульсы, поступая на вход PWM сервопривода M1, устанавливают его ротор в одно из двух фиксированных угловых положений α_1 и α_2, первое из которых α_1 задаётся длительностью импульсов Δt_1, а второе α_2 — длительностью импульсов Δt_2.

Электронный ключ, собранный на транзисторе VT2 и задающем ток его базы резисторе R15, светодиод HL1 и токоограничивающий резистор R17 образуют узел индикации, оповещающий свечением светодиода HL1 о формировании устройством команды на принудительную остановку ДВС модели. Резистор R18 ограничивает ток, проходящий через светодиод HL2, который, загораясь, информирует о поступлении на устройство напряжения питания +5 В.

Монтаж устройства выполнен навесным способом на макетной плате. Различные варианты конструкции меха-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



низмов для принудительной остановки ДВС модели, которые можно использовать в этом устройстве, приводя их в действие посредством сервопривода М1, описаны в [4, 5].

В устройстве применены оксидные алюминиевые конденсаторы К50-35, керамические конденсаторы — К10-17-1а, конденсатор С6 — плёночный К73-17 или К73-9, К73-24, вместо конденсаторов этих типов можно использовать импортные аналоги. Постоянные резисторы — С2-33, возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Подстроечные резисторы — многооборотные импортные, вместо них можно использовать отечественные РП1-48, СП3-39 или другие подходящие.

Диоды КД522Б заменимы диодами этой же серии или других серий, например КД512, КД521. Светодиоды серии АЛ307 заменимы другими, подходящими по цвету и яркости свечения. Транзисторы КТ502Г, КТ503Г можно заменить транзисторами этих же серий или любыми другими подходящими биполярными транзисторами соответствующей структуры.

Компаратор К554СА3А заменим на К554СА3Б или Р554СА3А, К554СА301А, К554СА301Б, 521СА3, Н521СА3, 521СА301, К521СА301А, К521СА301Б с учётом различий в типе корпуса и назначении выводов, а также на импортные аналоги LM111, LM311. Микросхемы К561ЛЕ5, К561КП1 заменимы функциональными аналогами серий К176, 564 или импортными серий 4001, 4052 соответственно. Интегральный таймер КР1006ВИ1 можно заменить импортным аналогом серии 555. Вместо сервопривода SG90 можно использовать сервоприводы HXT900, TG9e или любые другие подобные. Разъёмы X1—X3 — типовые, применяемые для подключения сервоприводов.

При налаживании устройства напряжение переключения компаратора А1 $U_{порог\ A1}$ устанавливают подстроечным резистором R6 так, чтобы принудительная остановка ДВС модели происходила при длительности Δt импульсов напряжения $U_{вх}$, равной 1 мс, что соответствует нулевому отклонению управляющей работой ДВС рукоятки передатчика от её максимального расхода, когда длительность этих импульсов Δt равна 2 мс. В авторском экземпляре устройства $U_{порог\ A1}$ = 1,32 В. Угловые положения α_1, α_2 ротора сервопривода М1 корректируют, регулируя соответствующими подстроечными резисторами R12, R14 длительность импульсов Δt_1, Δt_2 на выходе генератора G2, а период их следования Т — подбором резистора R16.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Калина И.** Двигатели для спортивного моделизма. Ч. 2. Пер. с чешск. Е. Г. Соломониной. — М.: ДОСААФ, 1988, с. 6—17, 25—243.

2. Двигатели для авиамоделей. — URL: **https://www.rcdrive.ru/catalog.php?p_type=79&type=87** (11.01.25).

3. **Зуев В. П., Камышев Н. И., Качурин М. Б., Голубев Ю. А.** Модельные двигатели. — М.: Просвещение, 1973, с. 54—74, 79—84.

4. **Голубев Ю. А., Камышев Н. И.** Юному авиамоделисту: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1979, с. 51—59, 80—83.

5. **Мерзликин В. Е.** Радиоуправляемые модели планеров. — М.: ДОСААФ, 1982, с. 152, 153.

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Интернет-магазин "Радиодетали на Петропавловской". Более 6 000 000 позиций от ведущих российских поставщиков. Количество и цены в режиме онлайн. Оплата и доставка выбранным вами способом.

www.radiodetali.perm.ru

Тел: 8-800-201-75-54

Кроссплатформенная программа для проверки и тестирования COM-портов

С. СУРОВ, г. Нижний Новгород

В современном мире ещё находит применение интерфейс RS-232 как с использованием интегрированных в материнскую плату компьютера COM-портов, так и внешних преобразователей USB-COM. Для вариантов кратковременной проверки и длительного тестирования COM-портов автором была разработана программа TestSerialPortSM (**рис. 1**) в среде разработки Qt Creator с использованием библиотеки Qt 5.15.2. Исходный текст программы, написанный на языке программирования C++, находится в архиве TestSerialPortSM.7z. Алгоритм работы программы организован с помощью табличной машины состояний, подобной той, которая описана в моей статье "Реализация табличной машины состояний на языке C++" ("Радио", 2025, № 2, с. 44, 45).

Исходный текст программы можно скомпилировать в исполняемые файлы как для ОС Windows, так и для ОС Linux. На основе этих исполняемых файлов автор создал два инсталлятора. TestSerialPortSMinstallerWin-x32.exe для ОС Windows с возможностью установки как для старых 32-разрядных систем, так и для современных 64-разрядных. Этот вариант программы тестировался в Windows 10. Инсталлятор InstallerTestSerialPortSM.run предназначен для установки в ОС Linux на платформе AMD64. Этот вариант программы тестировался в Debian-12.7.0 и Debian-12.9.0. Установка программы TestSerialPortSM из инсталлятора в ОС Windows не имеет особенностей. По окончании инсталляции на рабочем столе создаётся ярлык для запуска программы с изображением, как на **рис. 2**.

Установка программы в Debian-12.9.0 описывается для варианта запуска ОС с правами суперпользователя root. В ОС Debian-12.9.0 для запуска инсталлятора потребовалось установить дополнительные библиотеки. Это можно произвести, открыв окно встроенной в ОС программы терминала и последовательно введя команды:

```
apt update
apt install libxcb-icccm4
apt install libxcb-image0
apt install libxcb-keysyms1
apt install libxcb-render-util0
```

Перед запуском инсталлятора автор рекомендует произвести ряд действий. Открыв **Проводник** (просмотр файловой системы), следует выбрать закладу **Вид** и установить галочку **Скрытые файлы**. После этого в **Домашней папке root** станут видны ранее скрытые папки

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 1

Рис. 2

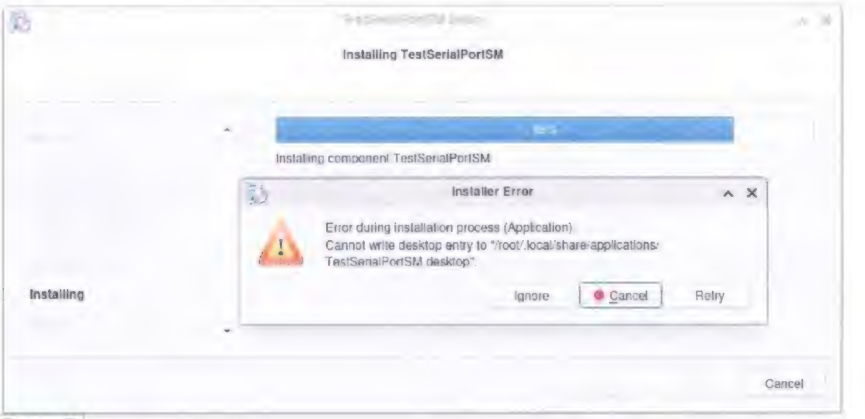


Рис. 3

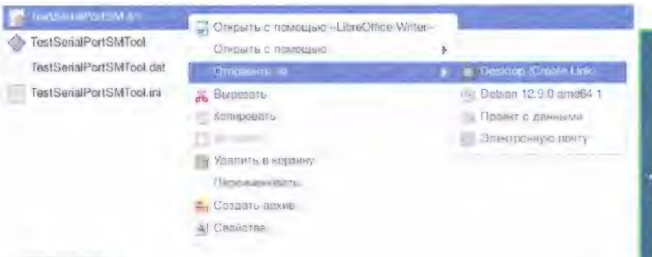


Рис. 4

Рис. 5

и файлы. Открывают папки **.local/share**. По умолчанию в папке **share** отсутствует папка **applications**. Пользователь должен создать её сам. В ней будут храниться ярлыки установленных пользователем программ. Теперь можно запускать инсталлятор. Установка программы с его помощью в этом случае не имеет особенностей. По окончании инсталляции в меню **Приложения** появляется раздел **Прочее** и в нём ярлык **TestSerialPortSM** со значком (рис. 2). Если пользователь не создаст папку **applications**, то в процессе инсталляции возникнет ошибка с выводом сообщения (**рис. 3**) о невозможности сохранить ярлык TestSerialPortSM.desktop ввиду отсутствия папки **applications**. Необходимо нажать на экранную кнопку **Ignore** и продолжить инсталляцию. По окончании инсталляции пользователю необходимо в **Домашней папке root** открыть папки **TestSerialPortSM**/**bin**/ и найти ярлык TestSerialPortSM.sh. Щелчком правой кнопки мыши на ярлыке открыть меню (**рис. 4**), выбрать пункт **Отправить на Desktop (Create Link)** и щелчком левой кнопки мыши отправить ярлык запуска программы на рабочий стол.

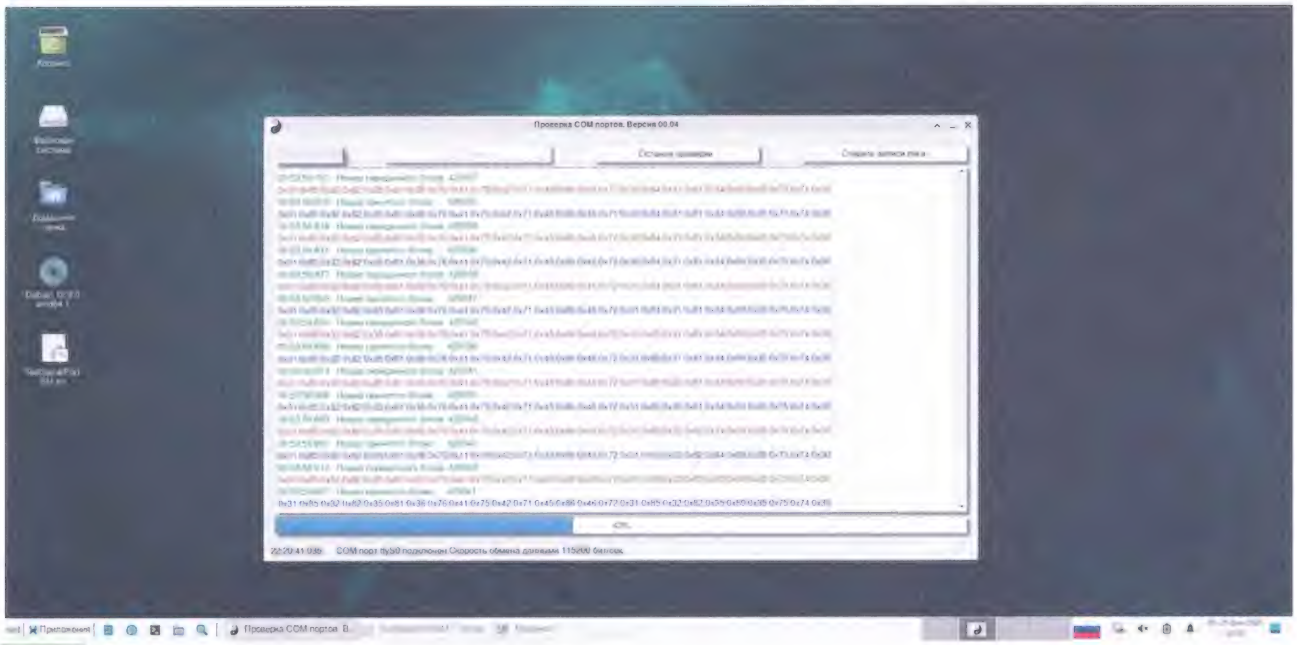


Рис. 7

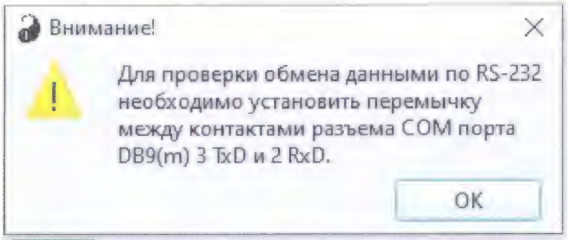


Рис. 6

На рабочем столе появится ярлык, как на **рис. 5**.

При желании деинсталлировать программу в папке **TestSerialPortSM/ bin/** находим файл TestSerial PortSMTool, запускаем его двойным щелчком левой кнопки мыши, в открывшемся окне экранной кнопкой **Next** стартуем процесс удаления программы.

Настройка портов в операционных системах не обсуждается, поскольку это выходит за рамки статьи и автор не знает, какие конкретно порты и преобразователи будут в распоряжении пользователей.

При тестировании для приёма из COM-порта используются переданные программой блоки байтов, поэтому необходимо соединить перемычкой контакты 3 (TxD) и 2 (RxD) разъёма DB9(m) порта. После старта программы TestSerialPortSM выводится окно с предупреждением об этом (**рис. 6**).

После нажатия на экранную кнопку **OK** откроется главное окно программы (**рис. 7**).

В верхней части окна открывают крайнее слева меню **Подключение**, выбирают пункт **Подключить COM порт**. В открывшемся окне (**рис. 8**) из списка, если портов несколько, выбирают необходимый.

Теперь экранной кнопкой **Старт проверки** можно запустить тестирование. Если порт функционирует, в окне программы последовательно появятся записи лога с переданными и принятыми блоками байтов (см. рис. 7). Скорость передачи фиксированная — 115200 бит/с. При сбоях в работе порта процесс проверки останавливается и выводятся дополнительные окна с названием ошибок. Передаётся собственно 26 байтов данных. Именно они отображаются в поле лога. В процессе передачи последовательно изменяются значения байтов. Этот процесс повторяется циклически. Кроме этого, для синхронизации в начале каждого блока данных передаётся преамбула из двух байтов 0xAA и 0x55, а вслед за ними один байт кода команды и байт со значением длины блока. В конце блока добавляются два байта контрольной суммы в виде сигнатуры CRC, вычисляемой по алгоритму протокола MODBUS табличным методом.

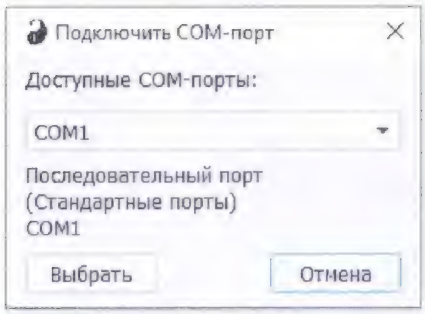


Рис. 8

От редакции. *Упомянутые в статье файлы находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/TestSerialPortSM.7z*** *на нашем ftp-сервере.*

Вышла в свет новая книга

Ворона В. А.
Видеонаблюдение. Возможности, обнаружение, подавление. — М.: Горячая линия — Телеком, 2024. — 172 с.: ил. ISBN 978-5-9912-1105-5

Книга посвящена видовой разведке (ВР) — применению средств видеонаблюдения — визуальных закладных устройств (ВЗУ). В первой части рассмотрены цели, задачи и возможности ВР, её особенности и основные этапы. Приведены физические основы средств видеонаблюдения и ВЗУ, модели каналов утечки информации и, применительно к данному виду технической разведки, дана их математическая интерпретация. Во второй части рассмотрены признаки наличия или работы видеокамер, активные и пассивные методы и средства защиты объектов (информации) — методы и средства обнаружения и подавления данного вида технической разведки. Дана классификация средств защиты, и приведены особенности их применения для защиты объектов (информации) от ВР.

Для специалистов, занимающихся защитой информации от ВР на объектах различного назначения, а также студентов, обучающихся по специальности 10.05.02 — "Информационная безопасность телекоммуникационных систем". Будет полезна широкому кругу читателей, интересующихся вопросами личной, корпоративной и государственной информационной безопасности.

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Делитель частоты диапазона 25...1000 МГц

А. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск, ЛНР

В какой-то момент возникла необходимость измерить высокую частоту. Имеющийся частотомер имеет ограничение измеряемой частоты (не более 10 МГц), поэтому необходим делитель частоты. Просмотрев Интернет и радиолюбительские журналы, выбрал схему из журнала "Радио" [1]. Во время сбора деталей для него выяснилось, что применяемые в нём микросхемы имеют высокую стоимость. Импортные аналоги, имеющиеся в радиомагазинах, есть только серии 74HC. Прямой аналог применяемой в делителе частоты [1] микросхемы К555ИЕ20 — 74HC390 [2], а К155ТЛ3 — 74HC132 [3]. Но и эти микросхемы оказались недоступны. Поэтому было принято решение собрать делитель на имеющихся в наличии микросхемах 74HC393, 74HC00 и SAB6456. Микросхема 74HC393 — это два двоичных счётчика, 74HC00 — четыре элемента И-НЕ, все они в корпусе DIP14. Эти микросхемы изготовлены по технологии ТТЛ. Верхняя рабочая частота этих микросхем — 90 МГц, что значительно выше, чем у микросхемы К555ИЕ20. Микросхема SAB6456A в корпусе DIP8 является делителем частоты на 64 или 256, с граничной частотой 1 ГГц [4]. Изготовлена она по технологии ЭСЛ.

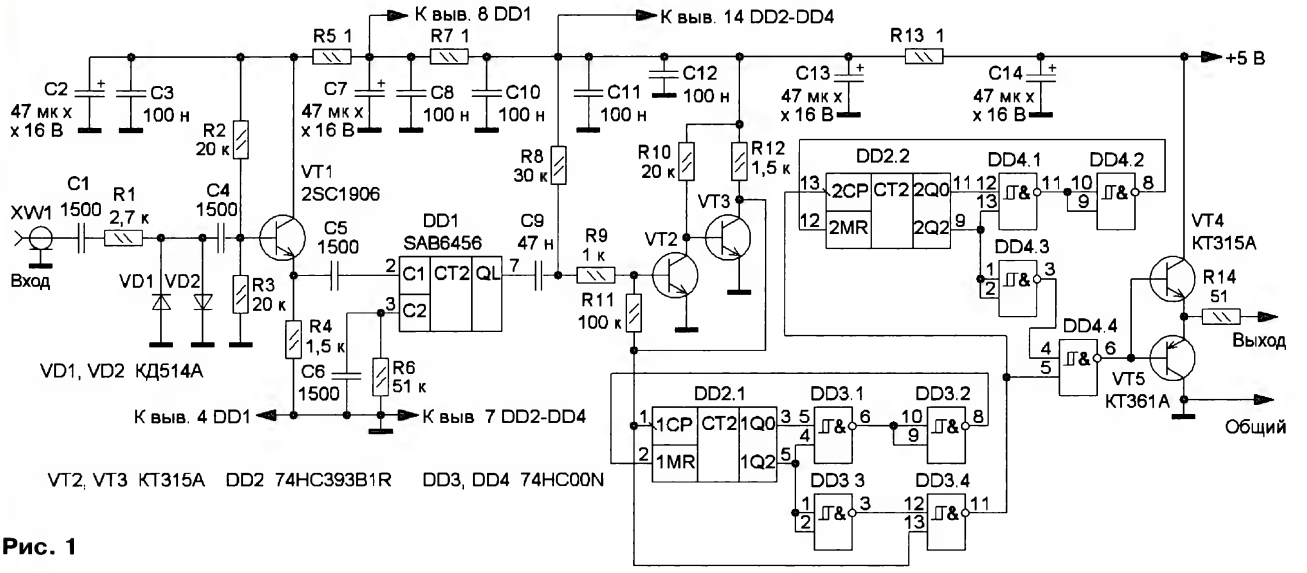


Рис. 1

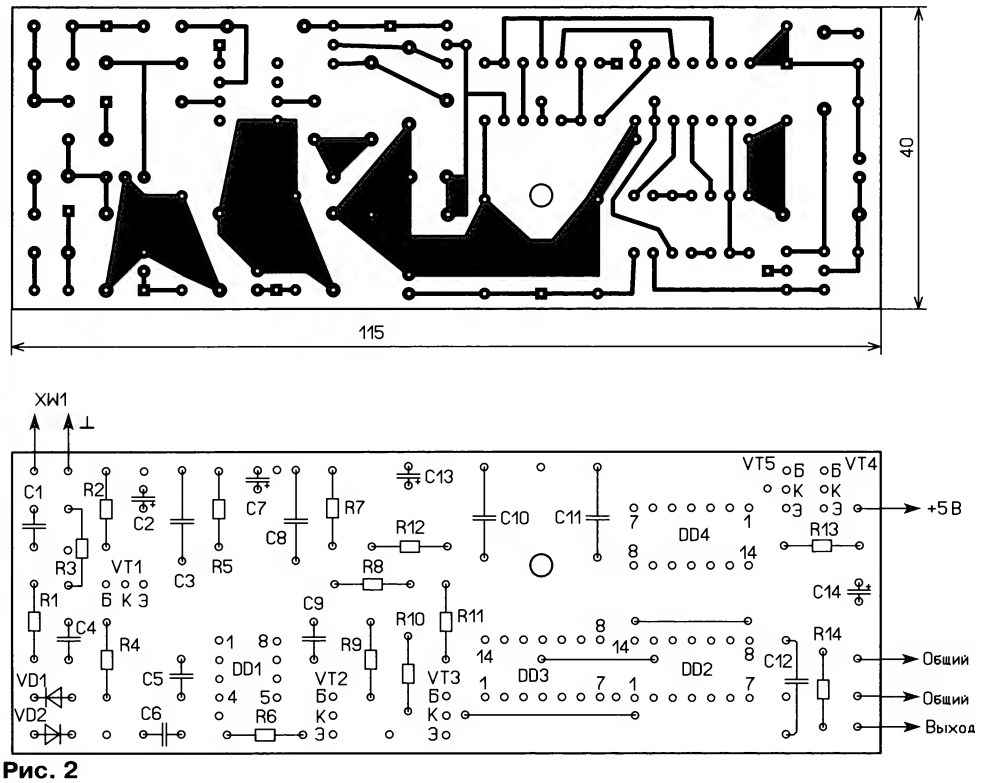


Рис. 2

Схема делителя частоты показана на **рис. 1**. На его входе, в отличие от [1], установлен эмиттерный повторитель на транзисторе VT1 для увеличения входного сопротивления. С эмиттера транзистора сигнал поступает на вход микросхемы DD1, которая делит частоту сигнала на 64. Выбор коэффициента деления обусловлен тем, что вывод 5 оставлен свободным. При подключении этого вывода к общему проводу коэффициент деления будет 256 [4]. Диоды VD1, VD2 служат для ограничения входного сигнала, чтобы не пере-

РАДИО № 4, 2025

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

грузить по входу делитель DD1. Минимальное входное напряжение переменного тока для него — 10 мВ.

С выхода делителя DD1 сигнал поступает на узел, согласующий логические уровни от ЭСЛ к ТТЛ, собранный на транзисторах VT2, VT3 (триггер Шмитта), с выхода которого сигнал поступает на вход двоичного счётчика DD2.1. Элементы DD3.1, DD3.2 задают коэффициент деления счётчика DD2.1 равным пяти. Коэффициент деления счётчика DD2.1 с дополнительными элементами DD3.3 и DD3.4 — 1,25. Такой же коэффициент деления и у второго счётчика DD2.2 и элементов микросхемы DD4. Всё это описывалось в [1] о расчёте коэффициента деления. При умножении коэффициентов деления всех трёх каскадов получается общий коэффициент деления, равный 100, такой же, как и в [1]. С выхода элемента DD4.4 сигнал поступает на составной эмиттерный повторитель на транзисторах VT4, VT5. Частоте 10 МГц на выходе делителя соответствует частота входного сигнала 1 ГГц. Питается делитель частоты от внешнего стабилизированного блока питания постоянного тока напряжением 5 В. Ток потребления — не более 100 мА.

В делителе, кроме упомянутых выше микросхем, применены резисторы МЛТ, оксидные конденсаторы — К50-35 или их зарубежные аналоги. Неполярные конденсаторы — керамические К10-17, К10-7, КЛС. Делитель частоты собран на печатной плате под выводные детали из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 115×40 мм и толщиной 1,5 мм. Фольга со стороны деталей оставлена полностью по всей площади платы. Расположение проводников с другой стороны представлено на **рис. 2**. Квадратные площадки фольги с отверстиями припаивают к противоположному экранному слою фольги с помощью отрезков медного лужёного провода. Со стороны деталей остальные отверстия раззенкованы сверлом диаметром 2,5 мм для удаления фольги вокруг них. Перемычки изготовлены из провода в изоляции.

Рис. 3

Корпусом делителя частоты служит пластмассовая коробка размерами 145×45×38 мм. Под эти размеры была разработана печатная плата. Крепится она в корпусе двумя винтами М3 на металлической стойке с внутренней резьбой. Делитель необходимо обязательно экранировать. Сверху он экранирован дюралюминиевой пластиной, а снизу — экраном из лужёной жести с созданием закрытого экранирующего контура. Экран из жести находится внутри пластмассовой коробки. Места контакта со стойкой на плате и экране из жести покрыты припоем для улучшения контакта. На верхней дюралюминиевой пластине установлено высокочастотное входное гнездо BNC — аналог отечественного разъёма СР-50-73ФВ. К частотомеру и к источнику питания напряжением 5 В делитель подключается проводами с разъёмами. Например, у меня к частотомеру делитель подключён двумя цветными (красным и чёрным) штекерами Banana, а к источнику питания — штекером ОНЦ-ВГ (СШ-3). Внешний вид делителя частоты в сборе показан на **рис. 3**. Собранный без ошибок делитель налаживания не требует.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Букреев В.** Делитель частоты 25 МГц...1 ГГц. — Радио, 2006, № 7, с. 21, 22.

2. 74HC390; 74HCT390. — URL: **https://www.farnell.com/datasheets/2151609.pdf** (21.01.25).

3. 74HC132; 74HCT132. — URL: **https://www.farnell.com/datasheets/2005166.pdf** (21.01.25).

4. SAB6456 SAB6456T. Sensitive 1 GHz divide-by-64/divide-by-256 switchable prescaler. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/741/DOC000741704.pdf** (21.01.25).

От редакции. *Чертёж печатной платы находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/del.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Тайна безвестного дневника

В. КОМИН, г. Тверь

В сентябре 2024 г. мой сосед по даче Олег Д., зная моё увлечение всевозможными историческими загадками, передал мне увесистую пачку общих тетрадей общим числом около 20 штук, перевязанных полуистлевшей бечевой, пояснив, что это дневники человека, который стоял у истоков отечественного радиовещания и телевидения.

Эти дневники ещё в восьмидесятых годах были найдены выброшенными в Москве ныне покойным отцом Олега Валерием Павловичем, долгое время они хранились в его московской квартире, а затем частично были перевезены на приобретённую дачу в селе Георгиевское Рамешковского района Тверской области.

Олег предлагал мне изучить эти дневники уже несколько лет, но за бесконечными сельскими заботами руки до этого никак не доходили.

Сентябрь 2024 г. выдался на редкость чудесным. Погода стояла отменная, тёплая, словно на дворе не осень, а разгар лета. С огородными делами большей частью было покончено, урожай собран, грибы, по причине засухи, исчезли, и в оставшиеся дни отпуска можно было лишь предаться созерцанию тихой безмятежной поры первых осенних дней. В эти самые дни я и решил заняться дневниками.

Внешний вид фолианта производил удручающее впечатление. Помимо того, что первые тома дневника имели практически вековой возраст, в последние годы на их долю выпало ещё испытание и атмосферными осадками, поскольку хранились они в бревенчатом сарае, у которого от ветхости обвалилась крыша.

Большинство тетрадей имели клеёнчатую обложку, что и спасло большую часть текста от уничтожения.

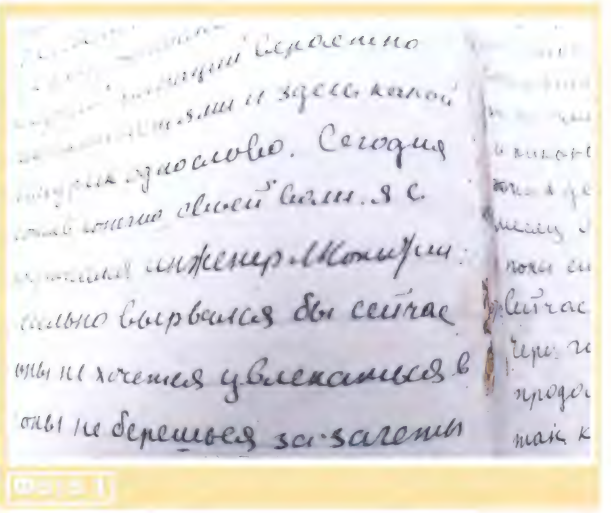
Несмотря на то что почерк автора был весьма чётким и разборчивым, чтение замедлялось тем обстоятельством, что многие страницы под воздействием повышенной влажности и из-за длительного хранения в стопке спрессовались, часть чернил, особенно по краям, расплылась.

Сначала я начал читать, хаотично открывая интуитивно облюбованные тетради, но затем решил систематизировать доставшиеся мне дневники и разложить их в хронологическом порядке.

Получилось, что тома охватывают период с 1925 г., где автор является ещё студентом московского технического вуза, до 1936 г., где он принимает активное участие в реализации проектов создания системы радиосвязи и радиовещания уже на руководящих должностях подразделений Наркомата связи СССР.

Большая часть дневниковых записей посвящена работам советских учёных по созданию системы радиосвязи и радиовещания в Москве, Ленинграде, Киеве, Минске и многих других городах и регионах начиная с середины—конца 20-х годов прошлого века.

Автор по дням описывает совместную работу с такими выдающимися советскими учёными, как Пётр Николаевич Рыбкин, Михаил Александрович Бонч-Бруевич, Сергей Владимирович Гениште, Борис Павлович Асеев и многими другими.



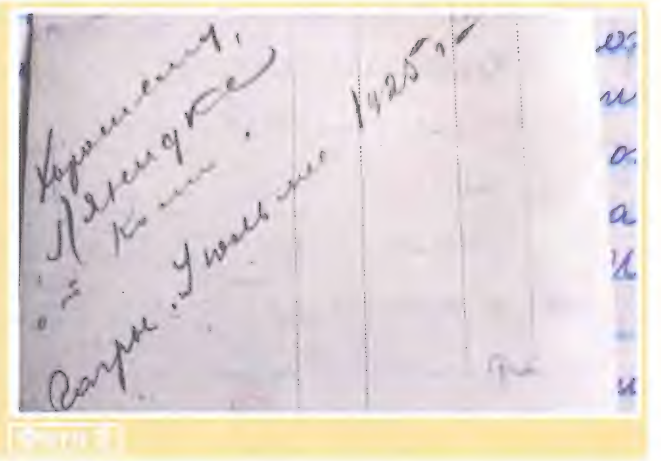
Кроме того, значительная часть дневников посвящена личной жизни автора, его увлечениям, досугу, путешествиям в Крым, на Кавказ и по многим городам СССР. Дневники ярко освещают жизнь в СССР 20—30-х годов и отчасти последних военных лет. Описываются стремительный рост промышленности и развитие экономики в новых экономических и политических реалиях. Между тем, автор смело и без прикрас описывает и негативные моменты в жизни молодого советского общества, в частности, крайне осуждающе высказывается по отношению к политическим репрессиям, под которые, по его мнению, зачастую попадают выдающиеся учёные страны, без которых её научный прогресс обречён. Автор называет многих из репрессированных поимённо.

Значительное место в дневниках посвящено внутрипартийной борьбе и связано с описанием деятельности Троцкого, Зиновьева, Каменева. Описывается убийство Кирова и карательная реакция на него властей.

Будучи человеком разносторонне одарённым, автор на страницах дневника делится переживаниями от прочтения многих книг, посещения театров, просмотра кинопремьер, посещения футбола, азартным поклонником которого он являлся. При этом дневник изобилует фамилиями артистов, игроков, оценками автором их творчества (игры).

Особое место на страницах дневника занимает история знакомства и развития отношений автора со своей будущей супругой Валентиной Сергеевной. Трепетно и нежно он день за днём на протяжении многих лет описывает зарождение своих тайных чувств к будущей супруге, эмоционально, порою в отчаянии переживает, ночами предавая строкам их нередкие размолвки, а порою и серьёзные ссоры. История их любви протекает на шумных московских улочках и в лабораториях наркомсвязи, величественных просторах Днепра и потрясающим воображение своей мощью Днепрогэсе, перетекая в тенистые аллеи садов и скверов уютных предместий Киева, перестраиваемых на новый лад.

Последний том дневника охватывал период 1944—1945 гг., и именно его содержание позволило мне установить его автора, получив доказательства принадлежности дневников известному советскому учёному, инженеру и преподавателю **Леониду Алексеевичу Копытину**.



Необходимо отметить, что ни один из томов дневника не содержал прямых сведений об авторе, даже многие из упоминаемых на страницах дневника лиц, особенно сослуживцы, проходили по его страницам под инициалами, например, "В. Ю.", "В. А.", "В" и т. д.

Отправной точкой в установлении автора дневника явилась одна из страниц дневника за 1926 г., где автор, описывая свою работу на Шаболовском передатчике, пишет: "Сегодня, против, конечно, своей воли я впервые подписался инженер **Коп**..." (**фото 1**).

Подпись была аккуратная, но для определения фамилии неразборчивая. Я предположил по её буквенным элементам, что фамилия автора — Копырин или Конырин. Но никакой информации по советским учёным в области радиосвязи под такими фамилиями не нашёл.

Следующей ступенькой в определении авторства стала фотография, вложенная в дневник 1925 г., на которой был изображён молодой человек атлетического сложения под пальмами (**фото 2**).

На оборотной стороне фотографии была сделана дарственная надпись: "Хорошему Лянидке от Коли. Гагры. Июль мес. 1925 г." (**фото 3**).

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
о связи
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Из истории создания системы радиолюбительской связи на орбитальных станциях

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв Московской обл.

***В** журнале "Радио" № 4 за 2024 г. было рассказано о разработке и создании системы радиолюбительской связи на орбитальной станции "Мир", об установке антенны и первых космических сеансах связи.*

Тем не менее, читатели журнала продолжают задавать вопросы о радиолюбительской связи на орбитальных станциях "Мир" и МКС. В беседе с корреспондентом журнала на вопросы отвечает создатель системы радиолюбительской связи, сотрудник РКК "Энергия" Сергей Николаевич Самбуров.

— Создать впервые в мире постоянно действующий радиолюбительский канал связи на космической пилотируемой станции оказалось непростым делом. Всё приходилось делать впервые. Конечно, существенный вклад в систему на борту орбитальной станции внёс космонавт Муса Манаров, по просьбе которого мной была разработана и доставлена эта система. Кроме того, Муса обладал знаниями по радиотехнике и хорошо знал английский язык [1]. Хотелось бы отметить также и активных космических радиолюбителей Валерия Полякова (U3MIR), Александра Волкова (U4MIR), Сергея Крикалёва (U5MIR), Валерия Корзуна (RZ3FK/ R1MIR) и Александра Калери (U8MIR).

Муса Манаров и Сергей Крикалёв проводят сеанс радиолюбительской связи.

Вскоре весь радиолюбительский мир узнал о существовании такой связи, но сначала некоторые не поверили. Как же это российский позывной U2MIR вдруг появляется на территории США в УКВ-диапазоне? Иногда, услышав вызов с орбитальной станции, в ответ кричали в эфир: "Подождите двадцать минут. Я сейчас позову соседа", не понимая, что зона радиовидимости орбитального комплекса "Мир" всего десять минут. Такая связь получила широкую популярность среди радиолюбителей мира. Но и космонавтам она очень понравилась, поскольку в то время на борту была только служебная официальная связь, и вот появилась эмоциональная, которая стала большой психологической поддержкой для экипажа. Все следующие экипажи после ЭО-3 (М. Манаров, В. Титов, В. Поляков) захотели пользоваться этой связью, для чего они должны были пройти обучение и получить разрешение у начальника коллективной радиостанции U0MIR/R0MIR. Не только российские космонавты, но и иностранные астронавты захотели пользоваться этой связью.

— Какая аппаратура использовалась на борту?

— Вначале использовались самодельная антенна и трансивер FT-290 [2]. Потом, в феврале 1991 г., были доставлены трансивер IC-228 и пакетный контроллер HandiPacket, новая промышленная антенна, затем в октябре 1991 г. аппаратура AREMIR (радиостанция Alinco DJ-120 и пакетный контроллер TNC-2), изготовленная австрийскими радиолюбителями, а в марте мы

QSL-карточка австрийского экипажа. Справа — Франц Фибёк (OE0MIR).

Тренировка экипажа. Слева направо: Майлз Манн (Miles Mann, WF1F) — американский разработчик системы, космонавт Александр Калери, Сергей Самбуров.

Эмблема российско-австрийского полёта.

Бортовая аппаратура AREMIR.

доставили "цифровой микрофон" DVM, разработанный известным немецким радиолюбителем Томасом Кизельбахом (DL2MDE), и много другого оборудования, о котором подробнее расскажу ниже.

Аппаратура SSTV для орбитальной станции "Мир".

Принятое изображение — космонавт Геннадий Падалка с системой SSTV.

— Какие радиолюбительские эксперименты проводились?

— Иностранные астронавты стали включать в свои программы радиолюбительскую связь: англичанка Хелен Шарман (GB2MIR) использовала связь для голосовых сеансов со школьниками по проекту "Джуно", австрийский астронавт Франц Фибёк (OE0MIR) проводил эксперимент с использованием австрийского оборудования AREMIR в программе AUSTRO-MIR 91.

Немецкий астронавт Фладе Клаус-Дитрих (DP1MIR) проводил эксперимент SAFEX-1 с использованием немецкого оборудования "цифровой микрофон" DVM, система SSTV (радиостанция TM-V7, SSTV-контроллер TSC-70, монитор с блоком управления, видеокамера) в эксперименте MAREX (MIR Amateur radio experiment).

Особенно стоит отметить очень интересный и значительный радиолюбительский эксперимент SAFEX-2, разработанный немецкими радиолюбителями. Разработка началась в 1993 г. и в то время была очень передовой. Оборудование устанавливалось на модуль "Природа", который был запущен 23 апреля 1996 г.

Система включала в себя блок "Радио" на основе стандартного ретранслятора IC-RP4020 с встроенным пакетным контроллером, работавшего на частоте 144/430 МГц, и две штыревые антенны на 144/430 МГц и 430 МГц. Она позволяла проводить ретрансляцию голосовых сообщений, ретранслировать пакетные сообщения и иметь почтовый ящик.

Блок цифрового телевидения ATV был предназначен для передачи цифрового телевидения (цифрового потока) на частотах 1200/2400 МГц со скоростью 2 МБ/с, что было в то время большим достижением.

Уникальная антенна — собственная разработка университета Бремена (Германия), была снабжена усилителями на приём и на передачу. Антенна и усилители были выполнены в едином блоке, который для лучшей теплоотдачи закреплялся на внешней поверхности модуля "Природа" через теплопроводящую пасту.

Антенны, ВЧ- и НЧ-кабели снаружи и внутри модуля были запущены вместе с модулем "Природа", а блок "Радио" и ATV ждали своей очереди на доставку. Вскоре мы доставили и блок "Радио", который работал как голосовой и цифровой репитер для связи между радиолюбителями на Земле, а также позволял космонавтам вести переговоры с Землёй. Он имел позывной RR0DL.

Блок ATV (Amateur TV) был изготовлен, и начались его испытания в Германии, но в связи с принятым решением о затоплении орбитального комплекса "Мир" он так и остался на Земле.

— Как проводился сеанс связи с "Шаттлом"?

— На одном из космических кораблей серии "Шаттл" тоже устанавливалось радиолюбительское оборудование, и первый сеанс связи с космического корабля "Шаттл" STS-9 провёл астронавт Оуэн Гэрриотт [2].

Во время полёта Сергея Крикалёва (U5MIR) на "Шаттле" STS-60 с ним был организован сеанс связи с музеем авиации и космонавтики им. К. Э. Циолковского в г. Кирове через американскую радиолюбительскую коллективную радиостанцию (W5RRR), находящуюся в центре Кеннеди НАСА (Хьюстон).

Нам, конечно, было интересно провести сеанс связи между космической станцией и космическим кораблём. Но это осложнялось тем, что только один космический корабль "Шаттл" имел радиолюбительское оборудование, корабль летает всего 7...10 дней, антенны его не были направлены на космическую станцию, и в то время было сложно рассчитать зоны сеансов между двумя движущимися в космосе объектами. Первые попытки оказались безрезультатны. Но благодаря настойчивости космонавта Александра Полещука (R2MIR) такая связь состоялась. Для организации вызова экипаж использовал "цифровой микрофон", который в автоматическом режиме периодически вызывал экипаж "Шаттла". Очень надеялись, что Александр установит во время выхода за пределы станции новую более совершенную антенну, которую долго готовили, но она отвязалась и улетела в космические просторы. Пришлось всё начинать сначала. Потом мы ещё несколько раз провели подобные сеансы связи.

Принятое изображение.

Принятое изображение — космонавт Сергей Авдеев (слева) и Геннадий Падалка.

— Пакетная связь радиолюбительская и пакетная связь служебная.

— В 1990-х годах в радиолюбительском мире стал популярен новый вид связи — "пакетная связь". С компьютера одного абонента можно через радиолюбительскую станцию передавать файлы на другой компьютер по радиолюбительскому протоколу обмена AX-25. На борту орбитального комплекса "Мир" в это время уже появился компьютер, и мы решили установить такой вид связи, для чего нам потребовался так называемый "пакетный контроллер", который с одной стороны подсоединялся к компьютеру, а с другой стороны — к микрофонному гнезду, а впоследствии — к специальному разъёму на радиостанции. Всё это было подготовлено, отлажено и отправлено на борт в 1991 г. У космонавтов на борту появился почтовый ящик, как сейчас у нас электронная почта, и они стали получать и отправлять электронные сообщения сначала только на английском языке, а потом и на русском. Установил и провёл первые такие "пакетные связи" Муса Манаров в своём втором полёте. А затем это дело продолжил Сергей Крикалёв. Как-то после возвращения на Землю Сергей Крикалёв обратился ко мне с вопросом, как бы сделать такой режим связи и в служебном УКВ-канале "ЦУП—борт—ЦУП" (ЦУП — Центр управления полётами), поскольку частоты не очень отличаются и вид модуляции тот же. Но как оказалось, сразу сделать это было нельзя, так как в служебном канале использовалась схема "со средней точкой". Пришлось сделать специальный блок сопряжения с трансформаторами и операционными усилителями для борта орбитальной станции "Мир" и сделать специальное рабочее место в главном зале ЦУПа. Опять помог Муса Манаров, который изготовил блок, внутри которого размещались пакетный контроллер, блок питания и согласующее устройство. Я изготовил соединительные кабели, разъёмы, переключатели. Когда всё было отлажено, испытано и отправлено на борт, началась тяжёлая работа в ЦУПе днём, а иногда и ночью, во время бодрствования экипажа по отладке этого канала, которая длилась почти год. Но труд был ненапрасный. До этого передача информации на борт из ЦУПа шла только в одну сторону со скоростью 50 бод и только русскими буквами. Полученная информация печаталась на узкой ленте термобумаги шириной около 10 см. На земле радиограммы набивались на специальном устройстве, которое пробивало отверстия на узкой ленте шириной около 10 мм. Если надо было что-то изменить в тексте, всё приходилось набивать заново. В 1995 г. началась программа "Мир-НАСА", на борту появились астронавты, и объём передаваемой информации значительно вырос, в том числе и на английском языке. Поскольку наша система могла

передавать только русские буквы, то стандартное слово, например play, печаталось так: "р" рус, "л" лат, "а" рус, "у" лат. В результате радиограмма ещё больше удлинялась. Длина таких радиограмм достигала десяти метров. И запасы такой бумаги требовалось постоянно пополнять. С появлением системы передачи информации по пакетной связи жизнь космонавтов значительно улучшилась. Теперь космонавты получали информацию прямо на компьютер и могли распечатывать её на стандартном принтере. Кроме того, теперь им не требовалось ежедневно тратить значительное время на сверку голосом радиограммы по форме 14, где передавались данные, на каком витке, в какое время и какой величины импульс торможения надо выдать, чтобы вернуться на Землю в случае нештатной ситуации. По своей сути пакетная связь была безошибочная. На борт передавался пакет информации и его контрольная сумма, а на борту принимался этот пакет и рассчитывалась его контрольная сумма, и, если контрольные суммы не совпадали, система запрашивала повторить передаваемый пакет. Конечно, такая система очень понравилась и экипажам, и ЦУПу, и её затем начали использовать на МКС. Мои руководители получили хорошее вознаграждение, ну а я получил гораздо больше: уважение и высокую оценку меня как хорошего специалиста у экипажей комплекса "Мир".

Радиолюбительское оборудование для пакетной связи на орбитальной станции "Мир".

— Это же был не единственный случай, когда радиолюбители помогли космонавтам?

— Да. Так, во время полёта основной экспедиции ЭО-17 в составе Елены Кондаковой, Александра Викторенко, Валерия Полякова и немецкого астронавта Ульфа Мербольда на борту оказалось шесть человек, и из-за большой нагрузки по питанию разрядились батареи станции, отключилось электропитание, и в результате пропала связь с экипажем. ЦУП, конечно, забеспокоился, хотя наземные пункты связи продолжали передавать голосом данные по форме 14. Спустя значительное время экипаж провёл "закрутку на Солнце", восстановил электропитание и вышел на связь. На вопрос оператора ЦУПа, как экипаж пережил эту ситуации, космонавт Валерий Поляков ответил: "Мы подключили аккумуляторы на 12 В к любительской радиостанции, настроились на служебную частоту и приняли данные по форме 14. Теперь у нас в радиолюбительской станции записаны в память все международные служебные каналы УКВ-связи, и космонавты могут выйти на служебные каналы через неё.

— Расскажите поподробнее про "цифровой микрофон".

— Немецкие радиолюбители разработали и изготовили дополнительное устройство "цифровой микрофон".

После тестирования мы его прислали на борт. Он подключался к микрофонному разъёму радиостанции, а микрофон уже подключался к нему. Экипаж включал режим записи и наговаривал какие-то фразы, а затем через этот микрофон в установленные промежутки времени эти фразы передавались в эфир.

— Расскажите про SSTV-эксперименты MAREX, AREMIR, SAFEX-2 на модуле "Природа".

— Американские радиолюбители из группы MAREX (MIR Amateur radio experiment) разработали и изготовили блок SSTV, который включал в себя радиостанцию, небольшой монитор, SSTV-контроллер, видеокамеру и блок управления. Эта система позволяла посылать и принимать изображения в режиме SSTV.

Про эксперимент AREMIR хотелось бы сказать особо. Это был мой первый международный проект по разработке и созданию радиолюбительского комплекса для орбитальной станции "Мир". Было очень приятно работать с австрийскими радиолюбителями по его реализации. Провёл обучение австрийских астронавтов, в том числе Франца Фибёка (OE0MIR).

— Спутники RS-17, RS-18, RS-19.

— К 40-летию полёта первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) космонавт Валерий Поляков предложил проект создания и запуска с орбитальной станции "Мир" радиолюбительского спутника, подобного первому ИСЗ, но в масштабе 1:3. Его идею поддержали радиолюбители Франции. Он предложил назначить меня руководителем проекта и привлечь к участию школьников России и Франции. Так началась первая школьная российско-французская программа "Спутник-40" по созданию спутников. Мы постарались повторить идею спутника: шар с четырьмя штыревыми антеннами, питание от батарей, но добавили кронштейн для фиксации его карабином и тумблер включения питания перед его запуском. Спутник передавал сигналы "бип-бип-бип", аналогичные сигналам первого ИСЗ. Уже на Байконуре перед его отправкой на станцию по просьбе экипажа сшили для спутника контейнер, чтобы его можно было безопасно вынести для запуска.

Выход в космос со спутником RS-17 состоялся 3 ноября 1997 г. Космонавт Павел Виноградов осуществил "ручной запуск". "Спутник-40" передавал сигналы около 57 дней и через 200 дней сошёл с орбиты. Более 1000 дипломов за приём сигналов "бип-бип-бип" и телеметрических параметров от RS-17 были отправлены радиолюбителям из более 40 стран мира.

Затем последовал проект "Спутник-41" (RS-18) и "Спутник-Битник" (RS-19). Конструкция спутников осталась прежней, а изменился только сам вид передаваемой информации и, соответственно, блок её формирования. RS-18, кроме сигналов "бип-бип-бип", которые были аналогом сигналов первого ИСЗ, передавал два вида голосовых сообщений на русском, английском, французском языках и телеметрические данные о температуре спутника. Спутник RS-18 был запущен Сергеем Авдеевым 10 ноября 1998 г.

Спутник RS-19 был запущен французским астронавтом Жан-Пьером Эньере (F6MIR) в апреле 1999 г.

— Как шла подготовка космонавтов и астронавтов к экзаменам в РКК "Энергия"?

— Поскольку всё приходилось делать заново с нуля, то и подготовку экипажей приходилось делать самому. Конечно, с помощью друзей-радиолюбителей. Так, первый заместитель главного редактора журнала "Радио" Борис Степанов (RU3AX) передал свой "Справочник коротковолновика" с основными правилами ведения сеанса связи, который мы отправили на борт вместе с оборудованием и бортовой инструкцией по пользованию радиостанцией FT-290. Во время полёта Мусы Манарова мы его пригласили в ЦУП и организовали переговоры с Мусой. Если проведение голосовых сеансов связи не вызывало особых затруднений у экипажа, то с появлением "пакетной связи" пришлось об-

Спутник RS-18.

ратиться к специалистам. Одним из самых знающих и опытных специалистов был известный радиолюбитель Леонид Лабутин (UA3CR), к которому мы вместе с космонавтами несколько раз ездили в клуб "Приключений" на консультацию. Затем в РКК "Энергия" я создал стенд по отработке радиолюбительской связи, на котором и проводил обучение космонавтов. Созданный стенд, к сожалению, не имел выхода в эфир, и связь между радиостанциями осуществлялась через аттенюаторы, но впоследствии удалось получить разрешение на создание коллективной радиостанции сначала на территории ЦУПа, а потом и в РКК "Энергия". Меня назначили начальником этой станции с позывным R3K, на которой создан полный аналог бортового оборудования, отслеживается текущее состояние оборудования на борту станции, отрабатываются новое оборудование и радиограммы по радиолюбительской деятельности экипажа, принимаются решения по исправлению нештатных ситуаций в случае их возникновения и т. п. Конечно же, на стенде проводятся занятия с космонавтами и астронавтами и принимаются экзамены перед их полётом. Радиолюбительское бортовое оборудование на орбитальных станциях "Мир" и МКС имеет статус коллективной радиостанции РКК "Энергия", начальником которой является RV3DR. Кстати, благодаря созданной нами на станции "Мир" радиолюбительской системе в жилой зоне на территории Звёздного городка удалось открыть коллективную радиостанцию.

— А в Центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина (ЦПК) проводятся занятия?

— Конечно же, основные занятия и допуск к использованию радиолюбительского оборудования на борту проводятся в РКК "Энергия". На станции "Мир" система радиолюбительской связи входила в комплекс средств психологической поддержки экипажа, не включалась в программу полёта и проводилась в свободное время и по желанию экипажа. Потому занятия в ЦПК по выполнению программы не проводились. Сейчас на МКС радиолюбительская система входит в космический эксперимент "О Гагарине из Космоса", и каждый член экипажа в соответствии с программой полёта обязан выполнять этот эксперимент. Астронавты, которые хотят проводить радиолюбительские сеансы связи на МКС, проходят обучение и получают на это разрешение только в РКК "Энергия". На борту имеется бортовая документация, в которой расписаны правила проведения типового сеанса связи, инструкции по пользованию радиостанцией, проведению различных видов связи. На бортовом компьютере имеется много справочной информации и программ по радиолюбительской деятельности. Кроме того, мы на каждый сеанс связи посылаем подробную радиограмму, какую радиостанцию использовать, какую частоту установить, с кем конкретно проводится связь, его позывной и какие вопросы будут задавать экипажу. В ЦПК это учитывать не хотят. Там проводят занятия по связи на КВ-диапазонах со случайными радиолюбителями, а такой режим на МКС не используется. Мы используем на борту УКВ-диапазоны 144 МГц и 430 МГц на конкретной частоте для конкретного позывного.

Занятия для космонавтов в ЦПК планируются по два-три часа за всё время подготовки к полёту. Для многих повторно летящих космонавтов такие занятия не нужны, им достаточно занятий, проводимых в РКК "Энергия". Сейчас длительность полёта около девяти месяцев, или около 180 рабочих дней. Для подготовки стандартного экипажа из трёх человек требуется около восьми часов (один рабочий день), а это составляет меньше одного процента от всего рабочего времени.

— Современное состояние системы радиолюбительской связи на МКС.

— В настоящее время на борту орбитального комплекса МКС имеются две радиостанции TM-D710 и TM-D710G для проведения голосовых сеансов связи. Кроме того, мы регулярно проводим в честь памятных дат передачу подготовленных нами 12 изображений в режиме SSTV в течение 5...7 дней в автоматическом режиме. Сеансы связи с радиолюбителями в рамках космического эксперимента "О Гагарине из Космоса" все космонавты (кроме одного — Александра Гребенкина) самостоятельно не проводят с борта. Мы получаем заявку на проведение сеанса связи с МКС от школ, университетов, других учебных заведений и планируем эти сеансы для включения в программу полёта, готовим радиограмму о проведении такого сеанса. Обычно экипаж проводит 7...10 голосовых сеансов в месяц, когда он пролетает над территорией России. На американском сегменте тоже имеется радиостанция TM-D710G с антеннами, установленными на модуле "Колумбус".

— В СМИ и Интернете много неправды.

— К сожалению, в СМИ и Интернете появляется много лживой информации о радиолюбительской деятельности на космических станциях "Мир" и МКС и подготовке экипажей. Поэтому хочу поблагодарить, что дали мне возможность рассказать истинную историю от создателя радиолюбительской системы связи на орбитальных комплексах "Мир" и МКС.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Степанов Б.** Земля как бы оживает... — Радио, 1990, № 1, с. 13—15.

2. **Артемьев О., Самбуров С., Шиленков Е.** История радиолюбительства в пилотируемой космонавтике. К 35-летию начала постоянно действующей системы радиолюбительской связи в космосе. — Радио, 2024, № 4, с. 47—50.

Мемориал "Память" — 2024

В мемориале "Память", проводимом редакцией журнала "Радио" совместно с Союзом радиолюбителей России, нет традиционных призов — кубков, медалей, плакеток. Основной смысл мемориала заключается в том, чтобы работой в эфире вспомнить ушедших из жизни радиолюбителей и чтобы, пусть только в контрольных номерах, вновь прозвучали позывные ушедших коротковолновиков. Победители и призёры мемориала получают лишь памятные дипломы редакции журнала "Радио".

Среди тех, кто работал телеграфом, наиболее активной была Ирина Черная (RU3XY) из д. Подсобного Хозяйства Калужской обл., участвовавшая в мемориале в память о Михаиле Рыбасове (RW3X). В соревнованиях 2023 г. она также была лучшей в этой группе. На втором месте — Сергей Сергеев (R7MM) из г. Таганрога Ростовской обл., который работал в память о Владимире Сергееве (UY7MM), на третьем — Владимир Блинков (RN3BL) из г. Москвы, работавший в память о Викторе Вавилове (RA3DOL).

SINGLE_OP MEMORY CW

1	RU3XY	202	196	25552
2	R7MM	165	161	20871
3	RN3BL	174	163	20681
4	UA4CC	175	161	20670
5	RU1AC	173	159	20333
6	RK3LC	157	143	18504
7	UA3EDQ	136	135	17402
8	R3LA	137	132	16824
9	DF5EN	132	127	16572
10	UA9AT	128	122	15571
11	RA3BQ	119	117	15239
12	RW0AJ	116	107	14243
13	UA3PF	99	91	11735
14	EW8OM	91	90	11456
15	RL9L	89	87	11396
16	RT9C	98	87	11360
17	RM1F	86	84	10945
18	EV6Z	95	81	10666
19	R0QC	81	75	9709
20	RA3AM	83	75	9640
21	R5AK	79	76	9508
22	RN9RF	80	73	9284
23	UD8A	73	69	8825
24	UA4HAZ	70	68	8820
25	RW3AI	61	59	7682
26	RA7R	64	60	7384
27	RN4SC	60	57	7365
28	UA1ZZ	65	55	7226
29	R7KA	49	48	6313
30	R1QE	54	49	6299
31	R8WO	51	47	6164
32	RW9AV	47	44	5402
33	UA0OK	53	36	4646
34	R4WAE	37	35	4592
35	R1NI	35	34	4418
36	UA4FDL	40	33	4299
37	RA3TT	32	27	3417
38	UA9XO	22	19	2450
39	R1NW	10	8	1112
40	R1ND	11	0	0

SINGLE_OP MEMORY SSB

1	RA3DAD	121	112	13466
2	UA3BL	125	111	12779
3	RW3DU	113	106	12624
4	RA9SF	89	83	9681
5	UA4HGL	85	80	9489
6	RT1S	76	75	8830
7	R4FCJ	76	68	8025
8	RT7Y	68	66	7760
9	UA9URI	70	64	7663
10	RU3VQ	64	57	6786
11	R4PT	58	51	6111
12	RA9UAD	52	48	5838
13	R2EL	41	38	4514
14	R9YBW	43	37	4209
15	R2DWG	37	32	3936
16	RU3DCI	36	32	3817
17	UA3EUW	40	34	3802
18	R3XCC	27	27	3181
19	UA1ABJ	30	27	3133
20	R3GZ	28	26	3028
21	RT2H	28	25	3022
22	RW9TP	27	23	2657
23	RA6LIS	21	20	2466
24	RA9UJ	11	10	1268
25	UB4FFB	6	4	433

SINGLE_OP MEMORY MIX

1	UA9CDC	229	216	27115
2	RL4A	215	211	26350
3	RT5C	181	158	19885
4	UN8PT	148	145	18087
5	D1CW	146	138	17747
6	UG4A	138	131	16453
7	UI8C	144	129	16211
8	RN4SS	147	125	15868
9	UA4AQL	130	125	15699
10	RA9JM	132	118	15262
11	R8CI	123	117	14939
12	RL3T	116	113	14161
13	UA9CTT	117	112	14107
14	R7AY	114	84	10705
15	RA4CL	87	84	10700
16	UA3X	89	81	10262
17	RF9C	76	75	9904
18	RZ9UO	73	68	8905
19	RA9DZ	75	70	8739
20	YL3NU	73	65	8454
21	UA3DLD	76	67	8395
22	RW0UM	55	50	6251
23	R3PIQ	34	30	3577
24	RA1AGJ	14	13	1573
25	R3XCJ	10	8	1049
26	R9QQ	10	8	1023
27	UA3PP	5	2	282

MULTI_OP MEMORY

1	RC9J	175	165	20941
2	UA4S	112	106	13076
3	RK4HYT	103	94	11866
4	R8VV	58	47	5461
5	RL9M	46	44	5184
6	RY6Y	44	43	5136
7	RC9FC	17	15	1873

SINGLE_OP CW

1	R9XS	50	47	5938
2	RA3NC	40	38	4846
3	UA6HFI	10	8	1064
4	YO2CEQ	11	8	1002

SINGLE_OP SSB

1	R0AH	54	54	6587
2	R3AAA	51	51	6176

SINGLE_OP MIX

1	R4BD	114	102	12847
2	UA9SMU	42	40	4896
3	RA9XSL	15	11	1304

MULTI_OP

1	R4FJ	60	52	6341

SWL

1	R3T-100	49	37	4815

CHECKLOG

1	RX3Q
2	RX3QNE
3	UA6GO
4	UA9OR

Владимир Мухин (RA3DAD) из г. Балашихи Московской обл., работавший в память о Викторе Магницком (RZ3DSD), оказался лучшим среди проводивших связи телефоном, на втором месте — Чермен Гулиев (UA3BL) из п. Власихи Московской обл., работавший в память об Александре Нилове (UA3QO), на третьем — Андрей Берлянский (RW3DU) из г. Истры Московской обл., работавший в эфире в память о Михаиле Масычеве (RA3DKM). В соревнованиях 2023 г. он также был третьим в этой группе.

У работавших телеграфом и телефоном на первом месте — Игорь Соколов (UA9CDC) из г. Екатеринбурга, участвовавший в мемориале в память о Михаиле Соколове (RW6AN), на втором — Николай Орехов (RL4A) из с. Каменный Брод Волгоградской обл., участвовавший в мемориале в память об Артуре Сиволобове (RW4AA), на третьем — Игорь Чайковский (RT5C) из г. Москвы, работавший в память о Сергее Филоненко (UA0SC).

Среди коллективных радиостанций наиболее активной была команда радиостанции ДОСААФ RC9J из г. Радужного Ханты-Мансийского АО—Югры, которая выступала в составе Алексея Зотова и Александра Умарова. Они работали в память о Леониде Георгиеше (RA9JBA). На втором месте — команда радиостанции UA4S из г. Волжска, Республика Марий Эл, которая выступала в составе Вадима Мухаметзянова, Виктора Загайнова и Виктора Василенко, работавшая в память об Александре Тимченко (RA4SR), на третьем месте — команда коллективной радиостанции СЮТ RK4HYT из с. Кинель-Черкассы Самарской обл. в составе Сергея Бахаева (RA4HBS), Андрея Батунина и Богдана Бокарева, работавшая в память об Олеге Соллогубе (RZ4HL).

В группе среди всех остальных станций с одним оператором (не работавших в память о друзьях и наставниках), работавших телеграфом, лучший результат показал Василий Долгодворов (R9XS) из г. Ухты, Республика Коми, на втором месте — Юрий Сидоров (RA3NC) из г. Костромы, на третьем — Николай Сметанин (UA6HFI) из г. Невинномысска Ставропольского края.

Владимир Кулик (R0AH) из г. Ачинска Красноярского края оказался лучшим среди проводивших связи телефоном, на втором месте — Владимир Малеев (R3AAA) из г. Москвы.

У работавших телеграфом и телефоном первенствовал Сергей Барах (R4BD) из г. Волгограда. На втором месте — Александр Просвиркин (UA9SMU) из г. Бузулука Оренбургской обл., на третьем месте — Сергей Евсеев (RA9XSL) из г. Сыктывкара, Республика Коми.

В группе среди всех остальных станций с несколькими операторами был один участник — школьная радиостанция R4FJ из с. Нечаевки Пензенской обл. в составе Юрия и Александра Кормаковых.

В группе наблюдателей также был один участник — Евгений Пашанин (R3T-100) из. г. Арзамаса Нижегородской обл.

В минувшем году в мемориале "Память" приняли участие около 130 радиолюбителей. Мы благодарим всех коротковолновиков, кто принял участие в этом мероприятии в эфире и прислал отчёты, для кого слова "память сердца" — это не пустой звук. Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, заявленное число связей, подтверждённое число связей, итоговый результат. ■

Радиолюбительское ТВ-вещание через геостационарный спутник

Андрей АСТАПОВ, г. Курск

На геостационарной орбите Земли находятся сотни искусственных спутников для коммерческих телетрансляционных и коммуникационных целей, но для любительского ТВ-вещания только один. Это — Es'hail-2/AMSAT QO-100, разработанный QARS (Катарское любительское радиовещательное общество) и Es'hailSat (Катарская спутниковая компания) [1—3].

Изначально спутник QO-100 предназначался для связи и телевизионного вещания для Ближнего Востока, но благодаря председателю правления AMSAT-DL (DB2OS) на него поместили два транспондера Phase-4 для радиолюбительской радиосвязи. Первый транспондер (NB) на борту аналоговый с полосой пропускания 500 кГц и предназначен для узкополосных сигналов. Второй транспондер (WB) с полосой пропускания 8 МГц предназначен для цифровых сигналов, в том числе для экспериментов по трансляции любительского цифрового телевидения в формате DVB.

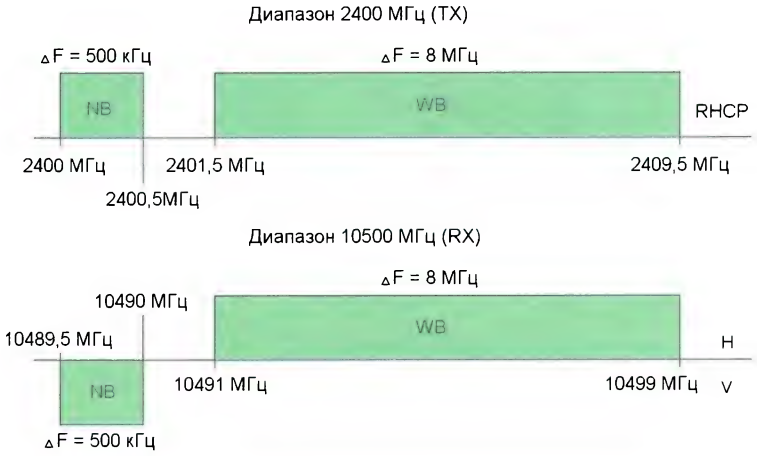


Рис. 1

Рис. 2

Передача радиосигнала на два транспондера спутника осуществляется с круговой правосторонней поляризацией (RHCP), а приём — с линейной поляризацией. Причём узкополосный транспондер передаёт радиосигнал Downlink с вертикальной поляризацией (V), а широкополосный — с горизонтальной поляризацией (H). Восходящая линия связи (Uplink) поддерживает передачу радиосигналов в диапазоне 2,4 ГГц. В нисходящей линии связи (Downlink) радиосигналы на Землю передаются в диапазоне частот 10,45 ГГц.

Частотный план транспондеров геостационарного спутника QO-100 представлен на **рис. 1**. В диапазоне частот узкополосного транспондера работают три радиомаяка, каждый из которых передаёт позывной спутника в трёх разных видах модуляции. В диапазоне частот широкополосного транспондера работает маяк, передающий основную информацию о спутнике в телевизионном формате DVB-S2 со скоростью 1500 ksps (Kilo Samples Per Second — скорость дискретизации — число отсчётов в секунду). Этот транспондер позволяет принимать и отправлять радиолюбительские видеосигналы в форматах DVB-S (QPSK) и DVB-S2 (QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK) со скоростью от 66 ksps до 2000 ksps.

В СКБ "Инженерно-космическая школа" на базе Юго-Западного государственного университета г. Курска студентами была разработана и изготовлена приёмо-передающая и приёмная аппаратура. На **рис. 2** показаны приёмная и передающая антенны.

Блок-схема приёмо-передающей станции представлена на **рис. 3**. В её состав входят A1 — LNB — конвертер с линейной поляризацией с TXCO (кварцевый генератор с температурной компенсацией) для стабильного приёма радиосигнала узкополосного транспондера спутника, A2 — инжектор питания для LNB, A3 — SDR-трансивер PlutoSDR+, два малошумящих усилителя A4 и A5, включённых последовательно, и выходной усилитель мощности A6 с выходной мощностью до 40 Вт, облучатель A7 (спиральная антенна диапазона 2,4 ГГц), расположенный в фокусе параболического отражателя (офсетной "тарелки" A8 диаметром 2,4 м). Приёмный и передающий тракты подключены к SDR-трансиверу PlutoSDR+: приёмный — к разъёму RX1, передающий — к разъёму TX1 соответственно. Это решение позволяет проводить радиосвязи в режиме Full Duplex, когда одновременно происходят приём и передача сигнала. Стоит отметить, что применённый SDR-трансивер подключается к управляющему ПК как через USB-интерфейс, так и через Ethernet. USB-интерфейс предназначен также для программирования трансивера. Номинальная выходная мощность выходного усилителя — 46 дБмВт, КПД — 40 %, реальная выходная мощность

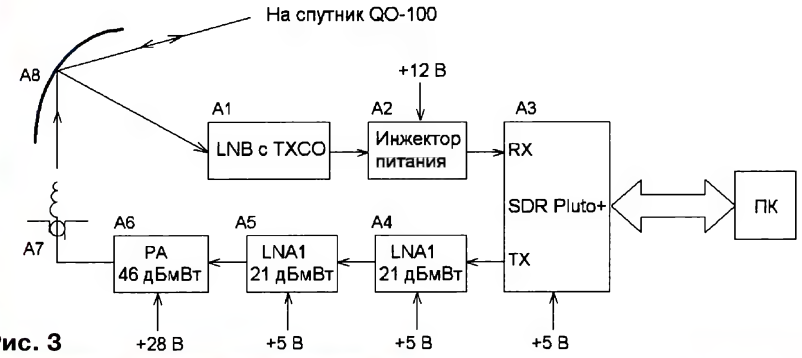


Рис. 3

ные виды модуляции сигнала, позволяет проводить радиосеансы в режиме Full Duplex, настраивать автоматическое смещение принимаемого спектра сигнала (для компенсации ухода частоты из-за изменения температуры компонентов) благодаря сверхстабильной частоте радиомаяка QO-100 (на котором осуществляется передача его позывного), устанавливать отображение спектра и водопада радиосигнала, подключать разнообразные фильтры для качественного приёма.

Работа оператора с использованием широкополосного транспондера производится с применением двух программ: OBS Studio — для создания видеопото-

Рис. 4

радиосигнала — около 16 Вт. КПД малошумящих усилителей находятся в пределах 30...40 %, соединённые последовательно, в сумме они позволяют получить усиление радиосигнала до уровня 10...11 дБмВт. Облучатель диапазона 2,4 ГГц самодельный, он показан на **рис. 4**. Конструкция приёмо-передающей станции представлена на **рис. 5**.

Для работы с узкополосным транспондером используется программа SDR Console, которая имеет интуитивно понятный интерфейс, поддерживает разнообраз-

Рис. 5

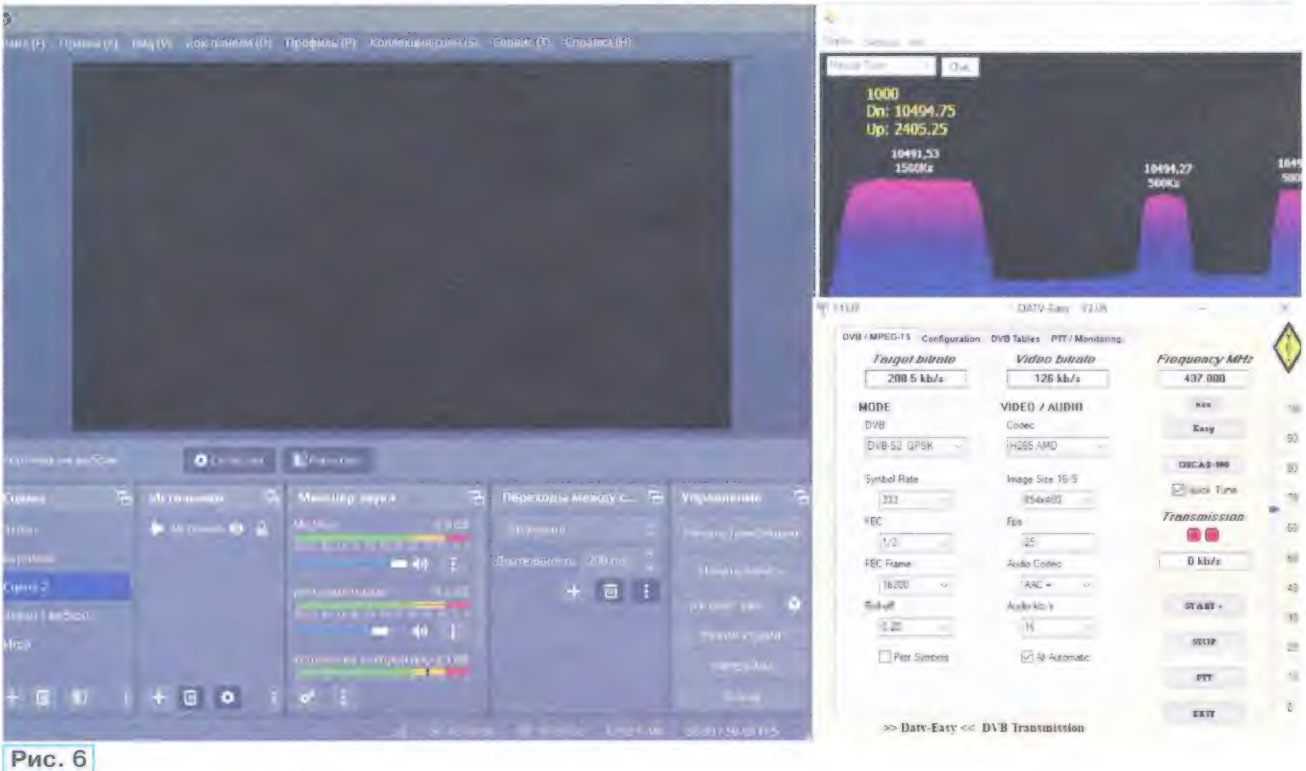


Рис. 6

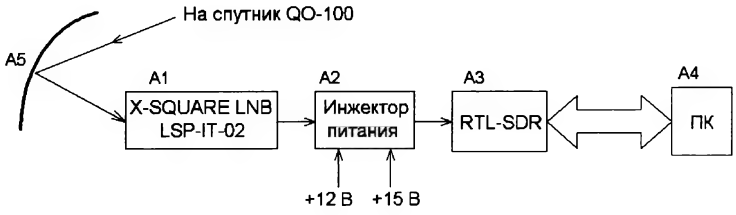


Рис. 7

ка и DATV-EASY — для модуляции радиосигнала (**рис. 6**). Режим работы на широкополосном транспондере при использовании приёмо-передающей станции — односторонний. Порядок работы через этот транспондер следующий: в программе OBS Studio выбирается источник видеосигнала и запускается его передача видеопотоком в формате MPEGTS на указанный IP-адрес в программе DATV-EASY. В программе DATV-EASY происходит модуляция

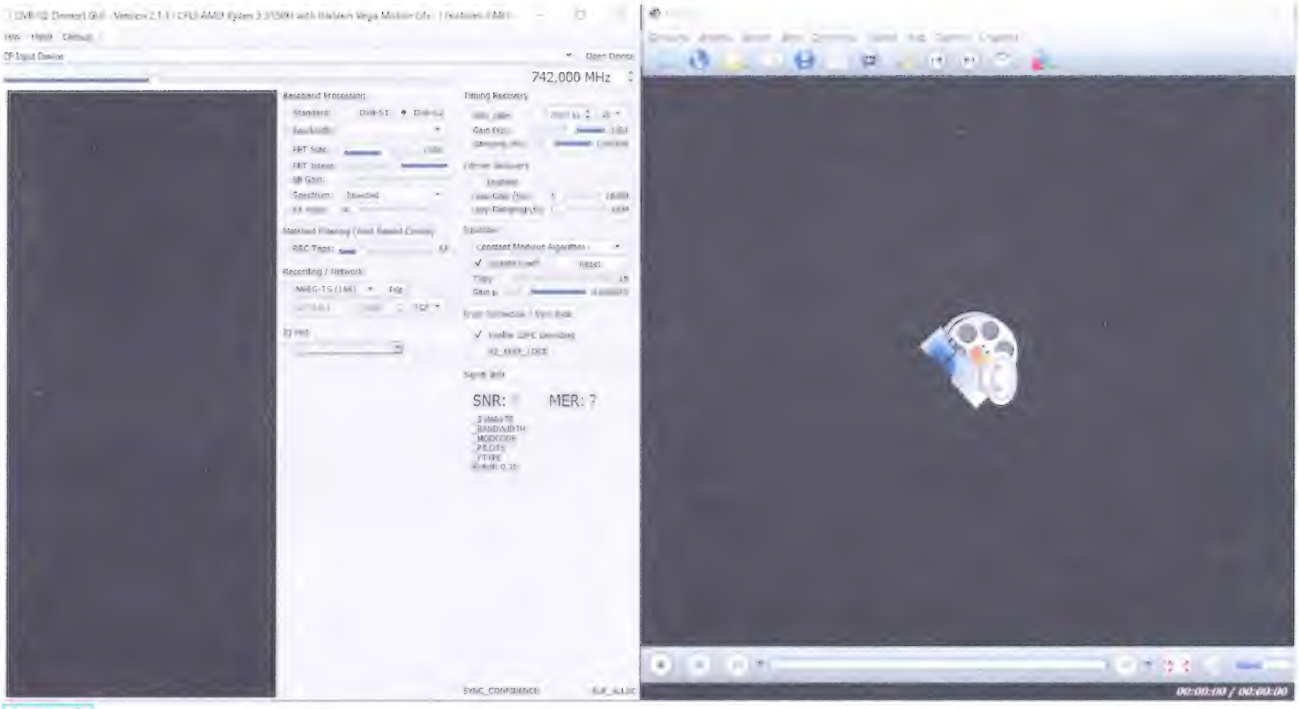


Рис. 8

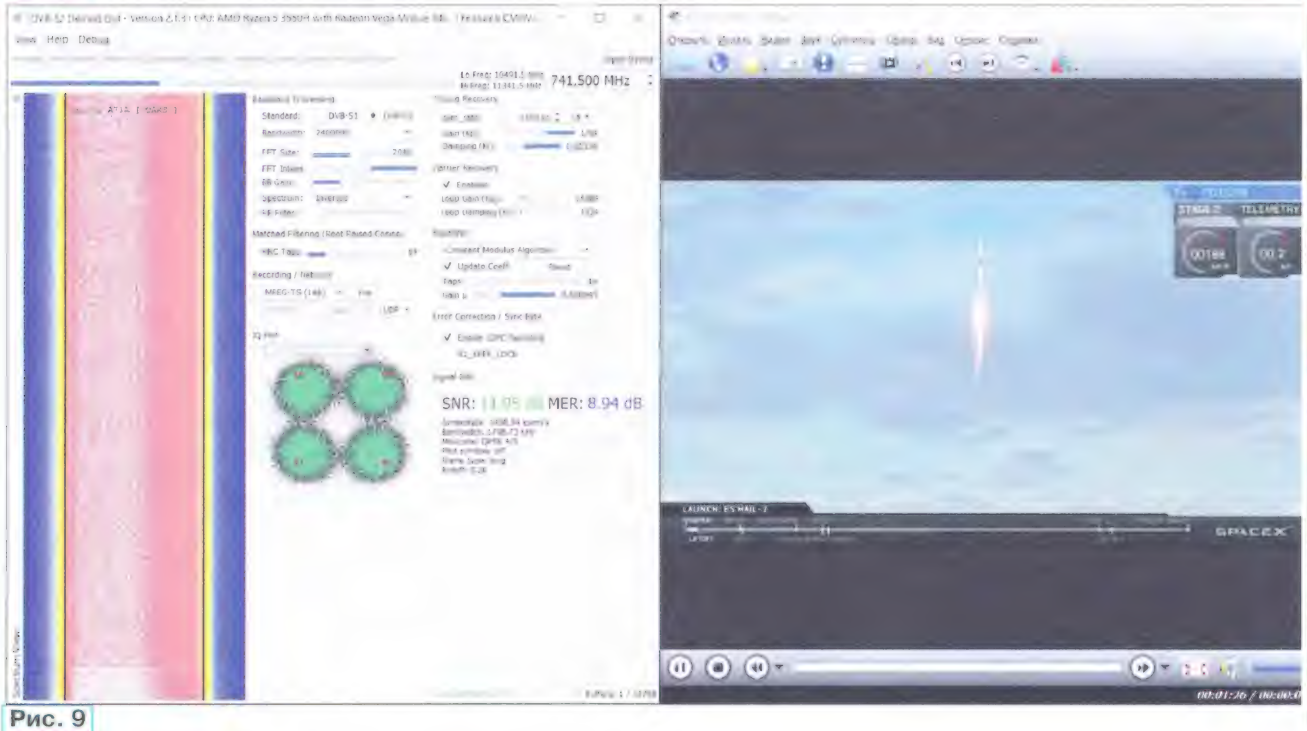


Рис. 9

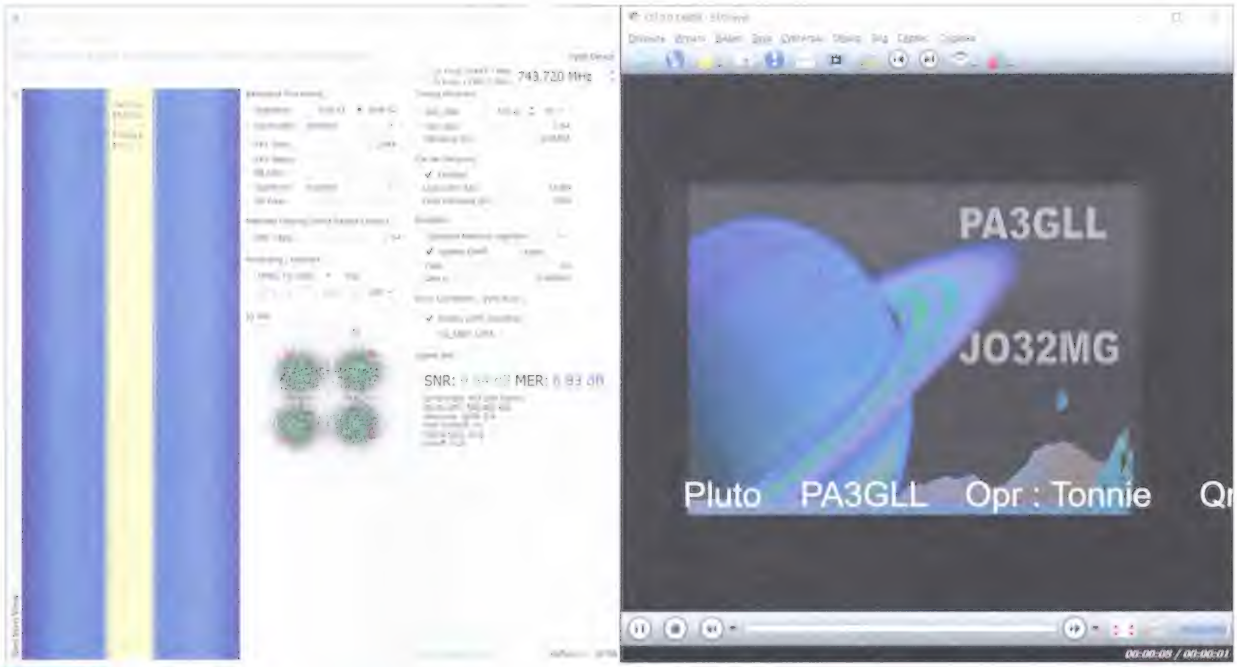


Рис. 10

Рис. 11

Рис. 12

радиосигнала в формат DVB-S или DVB-S2 со скоростью от 66 ksps до 2000 ksps, который затем отправляется на IP-адрес PlutoSDR+ по интерфейсу Ethernet. Так осуществляется отправка видеосигналов на широкополосный транспондер спутника.

Блок-схема приёмной станции представлена на **рис. 7**, она включает в себя LNB (конвертер с линейной поляризацией) A1, установленный в фокусе офсетной "тарелки" A5 диаметром 1 м, инжектор питания для LNB A2, SDR-приёмник RTL-SDR A3. Эта станция позволяет проводить приём радиосигналов с двух транспондеров в режиме односторонней связи. При работе с широкополосным транспондером она используется для контроля отправляемых видеосигналов с приёмо-передающей станции.

При приёме сигналов узкополосного транспондера используется ранее описанная программа SDR Console. Перед этим в программе необходимо изменить в настройках устройство приёма радиосигнала с PlutoSDR+ на RTL-SDR, после этого в интерфейсе SDR Console вкладка настройки передачи радиосигнала будет нефункциональной.

При приёме станцией широкополосного транспондера используется пакет программ, состоящий из DVB-S2 Demod GUI для демодуляции сигнала и SMPlayer для воспроизведения полученного видеопотока (**рис. 8**).

Последовательность действий работы следующая: в открывшейся программе DVB-S2 Demod GUI выбирается устройство для работы (RTL-SDR), затем производится настройка на частоту радиосигнала с видеопотоком, его демодуляция и отправка на указанный адрес в формате UDP или TCP; программа SMPlayer осуществляет непосредственное воспроизведение видеопотока, принятого по указанному ранее адресу из DVB-S2 Demod GUI.

Изготовленная аппаратура позволила проводить радиосвязи с любительскими радиостанциями и транслировать видеосигналы в формате DVB-S2. Трансляцию принимали радиолюбители из Венгрии, Франции, Бразилии и других стран, охватываемых зоной радиовидимости геостационарного спутника.

В частности, приёмная станция успешно принимала сигналы видеомаяка спутника (**рис. 9**) и радиолюбительских станций (**рис. 10**) через широкополосный транспондер. Самое главное — с помощью приёмо-передающей станции был успешно передан видеосигнал трансляции клуба, представленный на **рис. 11** и **рис. 12**.

Станции успешно прошли испытания и могут быть рекомендованы для дальнейшего использования как в образовательных учреждениях, так и для любительских и профессиональных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. AMSAT-DL. AMSAT QO-100/PA NB Tranponder Bandplan. — URL: **https://amsat-dl.org/en/new-qo-100-band-plan/** (23.01.25).

2. QO-100 WB Bandplan. — URL: **https://wiki.batc.org.uk/QO-100_WB_Bandplan** (23.01.25).

3. P4-A/Es'Hail QO-100 Qatar-Oscar 100. — URL: **https://dd1us.de/Downloads/QO-100%20EsHail-2%202019-06-07%20rev7%20final.pdf** (23.01.25).

РАДИО
ЖУРНАЛ
начинающим

Небольшие доработки осциллографа Fnirsi-1014D

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Fnirsi-1014D — двухканальный портативный электронный осциллограф с 7-дюймовым экраном, встроенным генератором сигналов различной формы и большим набором сервисных функций. Опытные радиолюбители поругивают этот осциллограф, и есть за что, но он существует и, естественно, имеет различные недостатки. Но это смотря с чем сравнивать. Нет смысла перечислять все недостатки, о них есть информация в Интернете. Наверное, основной недостаток — несоответствие некоторых важных реальных параметров заявленным.

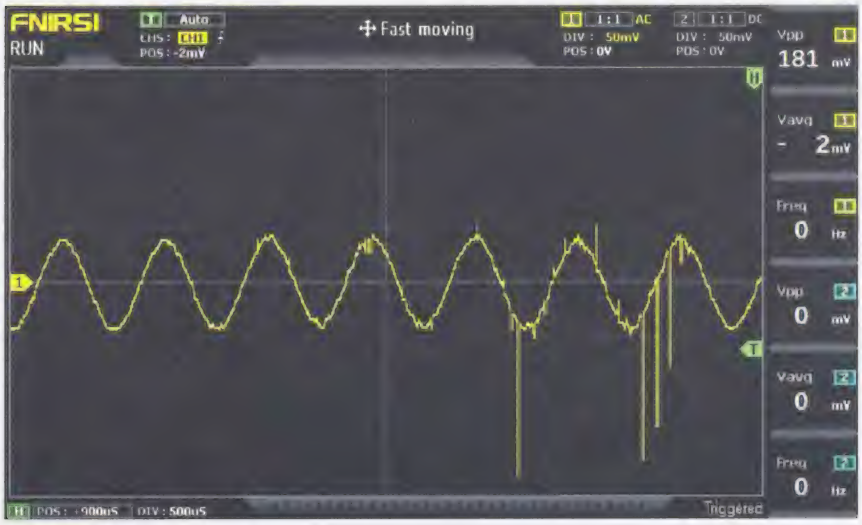


Рис. 1

В статье речь пойдёт о небольших и простых доработках осциллографа Fnirsi-1014D [1], которые не требуют каких-либо кардинальных изменений конструкции и не нарушают внешний вид, но могут заметно улучшить некоторые потребительские свойства. Конечно, не обязательно делать все доработки, можно выполнить только одну или несколько.

Уменьшение помех на входе осциллографа. При использовании осциллографа выяснилось, что наблюдение сигналов с малой амплитудой затруднено наличием помех, которые нарушают синхронизацию изображения на экране. Пример таких помех показан на **рис. 1**. Анализ схемы этого осциллографа [2] показал, что входные сигнальные разъёмы и выводной разъём генератора включены несколько необычно. Фрагмент схемы с входным разъёмом показан на **рис. 2**. Дело в том, что общие (внешние) контакты разъёма BNC не соединены напрямую с общим проводом осциллографа, а на них через RC-цепь поступает постоянное напряжение 1,25 В. Видимо, это

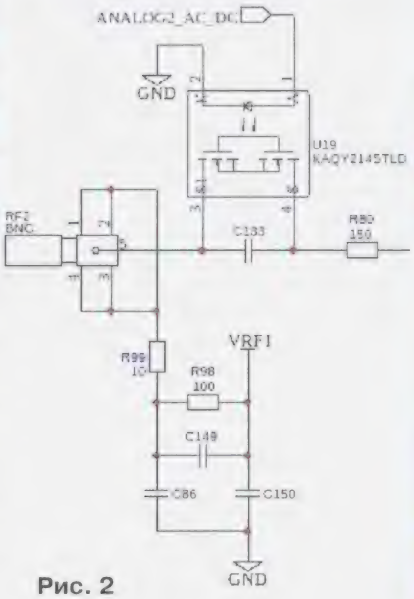


Рис. 2

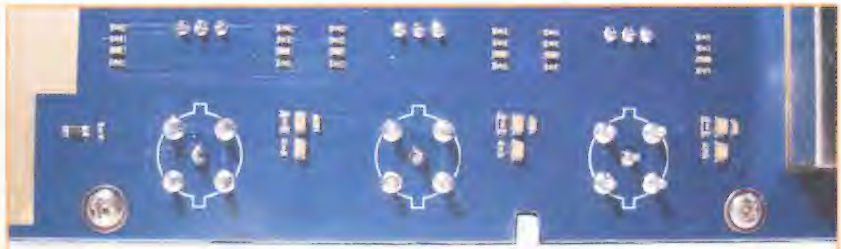


Рис. 3

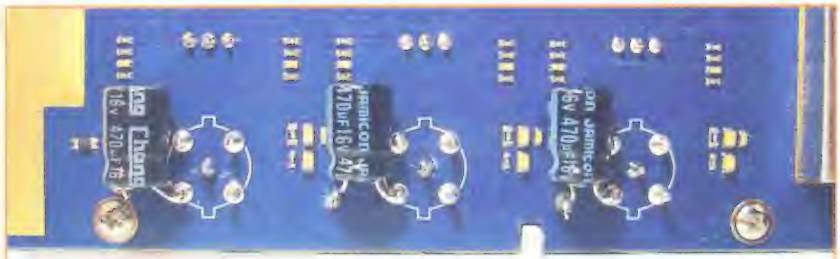


Рис. 4

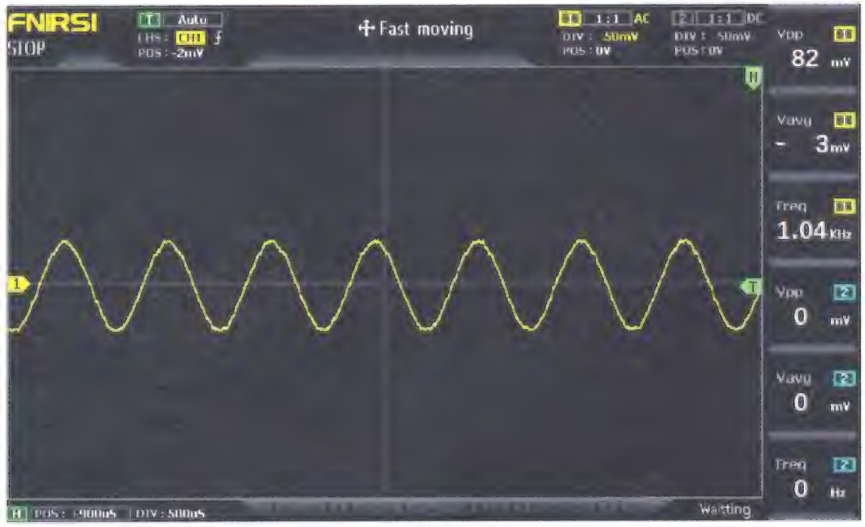


Рис. 5

связано с принципом обработки сигналов микроконтроллером. Такое присутствие помех — существенный недостаток, поскольку чувствительность осциллографа и так невелика. Размещение разъёмов BNC на плате показано на **рис. 3**. Общие контакты разъёмов (по четыре штуки на каждый) установлены в отверстия и припаяны к плате, а на них через RC-цепь (справа от каждого разъёма) поступает постоянное напряжение.

Частично устранить этот недостаток можно, если соединить общие контакты этих разъёмов с общим проводом по переменному току. Сделать это можно за счёт установки конденсаторов. Как это сделать, показано на **рис. 4**. Желательно применить малогабаритные оксидные конденсаторы ёмкостью не менее 470 мкФ на напряжение 10...16 В. Плюсовой вывод каждого конденсатора припаивают к одному из общих контактов своего разъёма. Минусовые выводы припаивают к общему проводу (полигону), для чего надо аккуратно удалить его защитное покрытие, залудить и затем припаять выводы конденсаторов. Выводы должны быть минимально возможной длины. При желании конденсаторы можно закрепить на плате с помощью клея или термоклея. После такой доработки импульсные помехи исчезли (**рис. 5**).

Фильтр по питанию с защитой от переполюсовки. Питание осциллографа осуществляется от внешнего сетевого источника питания напряжением 5 В, по внешнему виду не отличающегося от зарядного устройства сотового телефона. Для подключения блока питания на задней стенке осциллографа установлено гнездо серии DS-207, а на кабеле блока питания — ответный разъём. Однако у радиолюбителя может быть не один блок питания с таким разъёмом, и в этом таится опасность.

Поскольку в блоке питания использован импульсный преобразователь напряжения, в его выходном напряжении присутствуют импульсные помехи (**рис. 6**). Кроме того, из сети через блок питания в осциллограф могут также проникать различные импульсные помехи, мешающие проводить измерения.

Поэтому установка такого фильтра с защитой была вызвана ещё и сообщениями в Интернете некоторых пользователей о том, что они вывели из строя свой осциллограф, подключив к нему "чужой" блок питания с более высоким выходным напряжением. Последствия такого эксперимента могут быть катастрофическими.

Схема фильтра с защитой показана на **рис. 7**. Собственно фильтр помех собран на дросселе L1 и конденсато-

Рис. 6

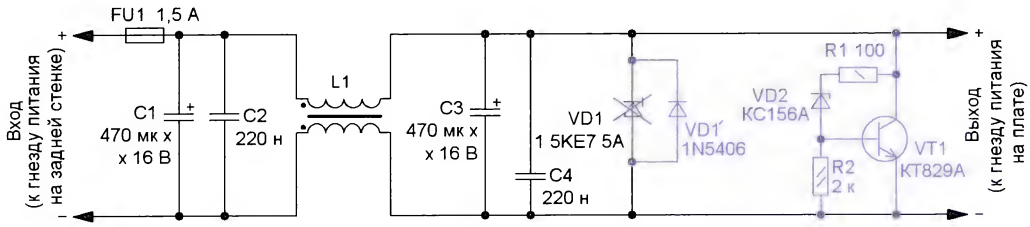


Рис. 7

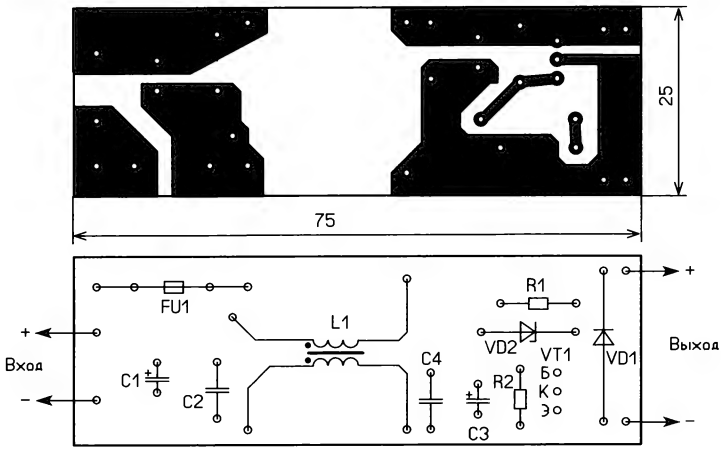


Рис. 8

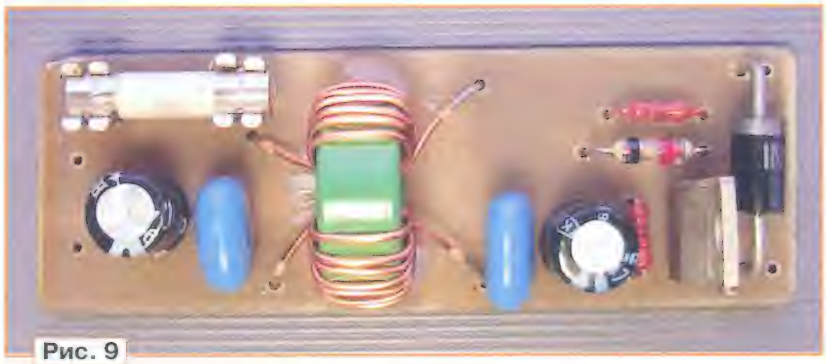


Рис. 9

рах C1—C4. Супрессор VD1 совместно с плавкой вставкой защищает цепи питания осциллографа от повышенного напряжения (более 7,5 В) или обратной полярности питающего напряжения. При возникновении одной из этих (или обеих) ситуаций супрессор открывается и плавкая вставка перегорает. Если супрессора не окажется в наличии, его можно заменить элементами, показанными синим цветом. Диод 1N5406 устанавливают взамен супрессора и дополнительно устанавливают транзистор VT1, стабилитрон VD2 и резисторы R1, R2, которые образуют ограничитель напряжения на уровне 7..7,5 В.

Рис. 10

Все детали монтируют на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 8**. Применены оксидные конденсаторы К50-35 или импортные, остальные конденсаторы — плёночные серии К73 или импортные. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, дроссель был применён готовый от фильтра импульсного блока питания компьютера. Его можно намотать на ферритовом кольцевом магнитопроводе диаметром 20 мм, вдвое сложенным обмоточным проводом диаметром 0,5...0,6 мм в один слой, и затем соединить выводы в соответствии со схемой. Смонтированная плата показана на **рис. 9**.

Плату фильтра устанавливают на задней стенке корпуса осциллографа между выступом для размещения откидной ручки и верхней стороной крышки (**рис. 10**). Закрепить плату можно с помощью термоклея. Провода питания, идущие от гнезда на задней стенке к плате, отпаивают и припаивают (с соблюдением полярности) к выходу фильтра. Гнездо питания также с соблюдением полярности соединяют отрезками провода с входом фильтра.

Автономное батарейное питание. Сделать этот осциллограф портативным и не зависящим от сетевого питания можно, если установить в него автономный источник питания. Самый подходящий вариант — классический Power Bank с выходным напряжением 5 В — это полный аналог сетевого блока питания. Благодаря доступности Power Bank и их большой ёмкости осциллограф может проработать с ним непрерывно несколько часов.

Размер самого распространённого Power Bank позволяет без проблем установить его в корпусе осциллографа, где для этого достаточно места. Схема такого варианта питания показана на **рис. 11**. Здесь штатное гнездо питания осциллографа подключено к входу Power Bank, а его выход — на вход фильтра, с выхода которого напряжение поступает на плату осциллографа. В этом случае фильтр

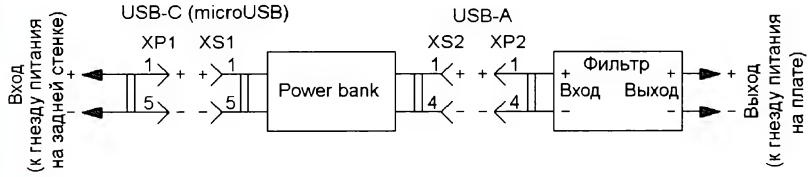


Рис. 11

Рис. 12

можно упростить, не устанавливая защитный супрессор (или диод, стабилитрон и транзистор), но лишняя защита не помешает. При таком варианте подключения Power Bank оказывается незащищённым от неправильной полярности или повышенного питающего напряжения, но потеря Power Bank не так важна, к тому же фильтр и Power Bank можно поменять местами, установив сначала фильтр.

Power Bank с помощью двухсторонней липкой ленты (скотча) крепят на задней стенке корпуса осциллографа (**рис. 12**). Для его подключения можно использовать кабель USB—microUSB (или аналогичный), который обычно входит в состав комплекта Power Bank. Этот кабель разрезают на две части, которые и используют для его подключения.

Заряжают Power Bank от штатного блока питания осциллографа, при этом она будет производиться медленнее, так как часть энергии уходит на питание осциллографа.

Поскольку условием доработки было условие не нарушения внешнего вида осциллографа, индикатор зарядки Power Bank будет недоступен для наблюдения. Если необходим контроль его зарядки, для этого можно использовать USB-тестер, с помощью которого можно заодно измерить и ёмкость аккумуляторов Power Bank.

Практика показала, что при проведении непродолжительных измерений в режиме автономного питания отсутствие сетевого блока питания заметно упрощает ситуацию на рабочем столе, поскольку без провода питания осциллограф можно свободно перемещать в любое удобное место. Кроме того, можно проводить измерения в месте, где отсутствует сетевое питание.

При использовании Power Bank с измеренной ёмкостью 6 А•ч осциллограф непрерывно работал немногим более 5 ч.

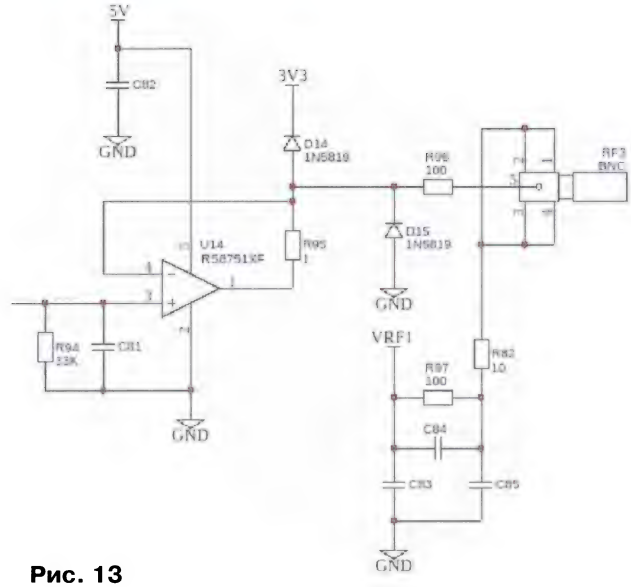


Рис. 13

Регулятор выходного напряжения генератора. Встроенный генератор сигналов в осциллографе не имеет регулятора уровня сигнала, что не очень удобно. Без каких-либо проблем такой регулятор можно разместить на корпусе, что потребует его доработки и внесения изменений в схему, но по условиям доработки это недопустимо. Поэтому такой регулятор можно разместить в кабеле, но в этом случае это будет специальный кабель для генератора.

Схема выходного каскада генератора показана на **рис. 13**. Он собран на ОУ, и на его выходе в цепь сигнала установлен резистор сопротивлением 100 Ом. Самый простой вариант регулятора уровня сигнала — применение переменного резистора. Схема такого кабеля с регулятором показана на **рис. 14**. Для его изготовления можно использовать кабель для осциллографа с неисправным входным щупом-делителем напряжения или, наконец, пожертвовать исправным кабелем. В любом случае щуп-делитель удаляют и взамен него снабжают кабель соответствующим разъёмом или разъёмами.

В большинстве случаев в кабелях для высоомных осциллографов имеется подстроечный конденсатор для коррекции АЧХ, который размещён в небольшом отсеке рядом с разъёмом BNC, защищённом пластмассовой накладкой (**рис. 15**). Для доработки кабеля надо аккуратно удалить накладку и подстроечный конденсатор. Взамен него устанавливают малогабаритный переменный резистор с ручкой. Был применён резистор серии 3386MP, его сопротив-

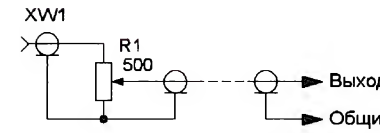


Рис. 14

Рис. 15

Рис. 16

ление может быть 0,5...1 кОм. При этом следует учесть, что максимальное выходное напряжение уменьшится. Монтаж проводят изолированным проводом, а места пайки защищают, например, термоусаживаемой трубкой. Для резистора в пластмассовой накладке вырезают окно соответствующего размера и формы. Резистор можно закрепить с помощью термоклея. Внешний вид доработанного кабеля показан на **рис. 16**.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осциллограф торговой марки FNIRSI модель FNIRSI-1014D. — URL: **https://clck.ru/3GAdf8** (04.02.25).

2. Schematic_Scope 1014D_2022-05-10.pdf. — URL: **https://clck.ru/3GBG4Q** (04.02.25).

От редакции. *Чертёж печатной платы фильтра находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/1014d.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Игра "Шарики в колбах" на модуле RP2040 и сенсорном дисплее

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Головоломка с сортировкой шариков — это развлекательная и популярная игра (**рис. 1**) в поисковых системах, в которой перед игроками стоит задача рассортировать цветные шарики по соответствующим трубкам-

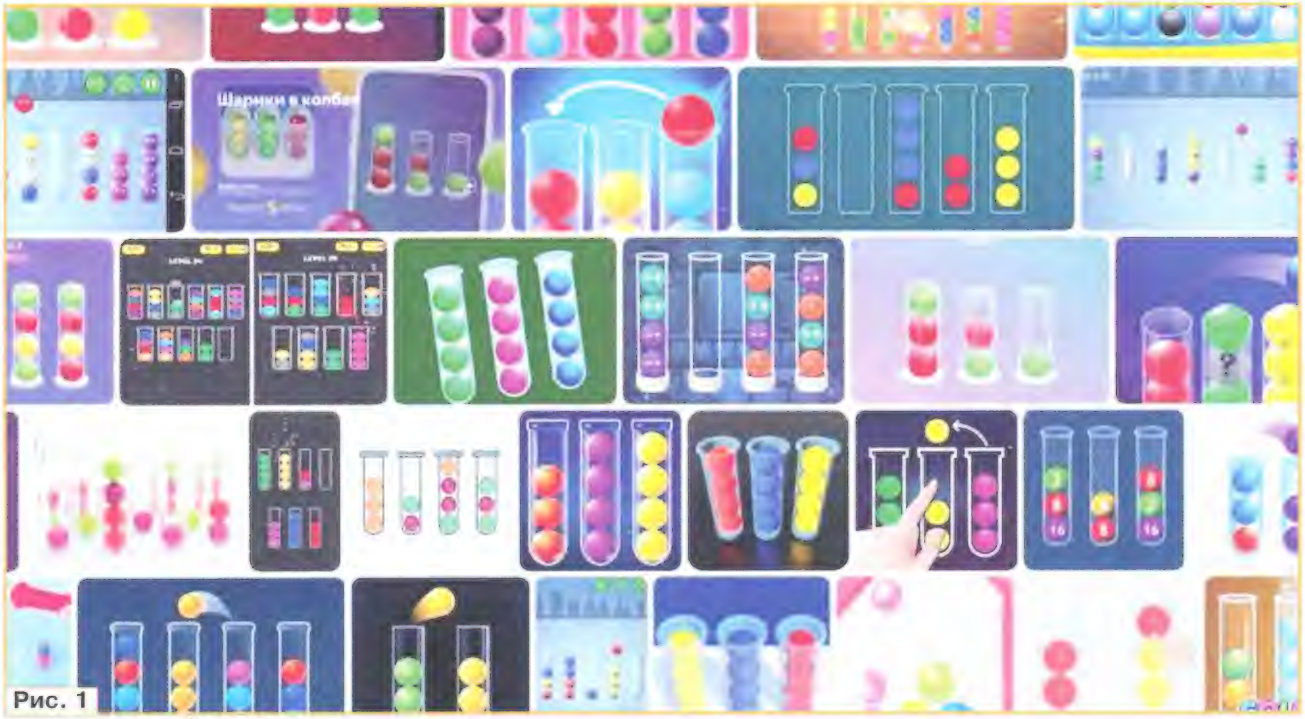


Рис. 1

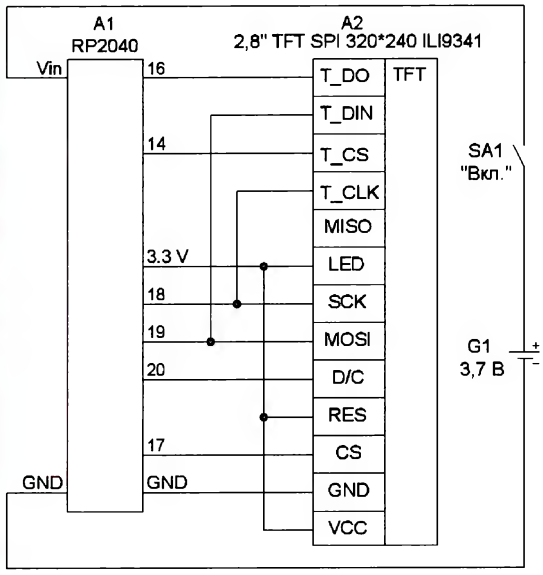


Рис. 2

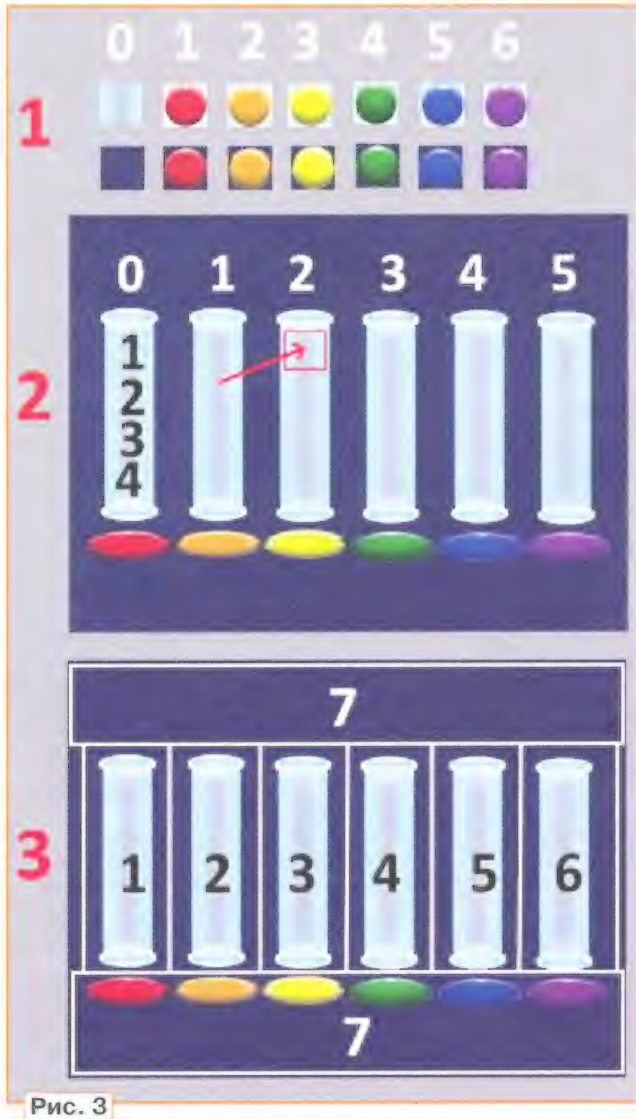


Рис. 3

Рис. 4

колбам с оговоркой, что они могут перемещать только один шарик за один раз и должны следовать определённым правилам. Её особенность заключается в том, что она имеет множество вариантов прохождения, иногда не оптимальных по числу ходов, но практически всегда решаемой игроком с любым уровнем подготовки. Автор использовал варианты игры [1—3] для релаксационных пауз 5...10 мин и решил в итоге попробовать разработать свой вариант-макет головоломки для модуля RP2040 и сенсорного экрана на базе ILI9341.

Схема макета показана на **рис. 2**. Она с некоторыми отличиями повторяет вариант схемы игры в пятнашки из [4].

Механику анимации игры поясняет **рис. 3**. Графика состоит из 14 мини-картинок цветных шаров шести цветов (элемент 1) и пустых мест на фоне колбы и на фоне игрового поля. Их размеры одинаковы и составляют 25×25 пикселей. Фоновая картинка (элемент 2) размерами 320×240 пикселей содержит изображение пустых колб и цветовые метки под ними. Каждая мини-картинка может быть отрисована в одной из 30 позиций: пять строк и шесть столбцов. Верхняя строка анимирует полёт шара над колбами, остальные — расположение

Рис. 5

шаров внутри колб. Цветная рамка, к примеру, указывает позицию с координатами 1, 2. Для навигации игры предусмотрены семь виртуальных сенсорных кнопок с зонами активности 1—7 (элемент 3). Поочерёдное касание зон 1—6 перебрасывает шарик из одной колбы в другую при наличии свободного места или возвращает поднятый шарик обратно в колбу. Касание зон 7 переводит игру из одного режима в другой. Всего режимов три.

После включения игры (**рис. 4**) появляется фоновая заставка 1. При касании стилусом надписи "ИГРАТЬ" появляется расстановка шаров второго задания, которое надо выполнить. Игрок запоминает его в течение нескольких секунд, после чего автоматически программа перемешивает шары 3. Играющий приступает к сортировке шаров, при этом внизу происходит отображение номера текущего хода. После успешного завершения задания или при желании сменить его вариант игрок касается надписи "ХОД НОМЕР". После этого снова появляется смена экранов 2, 3 с паузой на запоминание задания. Автор умышленно исключил автоматическую проверку правильности выполнения заданий, доверив её самому игроку.

Математической моделью шаров и колб в скетче является двумерный массив чисел **byte massiv_model[5][6]**. Его элементами являются числа 0—6 (см. рис. 3, элемент 1). Число два, например, соответствует изображению оранжевого шара, число шесть — фиолетовому шару. Первый индекс элемента массива соответствует номеру строки положений шаров, второй — номеру столбца. Так, пустое место, обозначенное в цветной рамке (см. рис. 3, элемент 2), в модели для скетча реализовано равенством

massiv_model[1][2]=0;

Само фоновое изображение игры можно отрисовать, используя набор элементов:

```
massiv_model[5][6]={ {0,0,0,0,0,0},
                     {0,0,0,0,0,0},
                     {0,0,0,0,0,0},
                     {0,0,0,0,0,0},
                     {0,0,0,0,0,0} };
```

Для перевода преобразований элементов массива сообразно сценарию игры в анимацию в скетче предусмотрены две функции **ris_scharik(int stroka,int stolbez); и ris_model();**.

Первая производит отрисовку шара или пустого места на игровом поле по его положению в массиве модели, вторая рисует все элементы анимации по текущим значениям элементов массива.

Варианты групп решённых заданий поясняет **рис. 5**. В текущей версии скетча их четыре. Первая группа — сортировка пяти цветов по четыре шара с одной пустой колбой на четыре шара (формула — 1×4). Вторая группа заданий — сортировка шести цветов по всем колбам с одним пустым местом в четырёх колбах (формула — 4×1). Аналогичные варианты 3 и 4 имеют формулы 2×2, 3×1. Чередование групп заданий, как и перемешивание шаров в каждом задании, носит псевдослучайный характер.

Дальнейшие игровые опыты показали, что одинаковое сочетание цветов шариков и фона головоломки достаточно быстро надоедают, утомляя зрение. Было решено разнообразить цветовые сочетания в заданиях, выбирая их псевдослучайным обра-

Рис. 6

зом при каждом новом из шести вариантов (**рис. 6**). Чтобы не увеличивать объём графических массивов в шесть раз, было решено преобразовывать цвет каждого пикселя из исходной графики, переставляя местами компоненты составляющих цвета R, G, B. Изменения касаются функции **drawFoto();** — вывод картинки заданного размера по заданным координатам из массива данных цветов её пикселей. Каждый цвет пикселя закодирован в два 8-битных числа. Сначала их объединяют в одно 16-битное (строка кода **cvet=256*bitmap[i+1+j*2*w]+ bitmap[i+j*2*w];**). Затем из числа выделяют три компоненты цвета (строка кода **R= cvet/2048; G= (cvet% 2048)/32; B= cvet%32;**). Далее меняют значения составляющих и собирают обратно в 16-битное число, например, **cvet=(G/2)*2048 +(2*B)* 32+R;**. На последнем этапе передают в дисплей новое значение двух 8-битных чисел **SPI.transfer(cvet/256); SPI.transfer(cvet%256);**.

Такой подход позволяет микроконтроллеру выполнять функции графического редактора изображений, например, инвертировать цвет исходной картинки при выводе на экран, создавать эффект сепии изображения, регулировать яркость и её контраст, насыщенность цвета, делать изображение чёрно-белым. И всё это из одной исходной картинки. Достаточно лишь знать формулы преобразования значений R, G и B для каждого эффекта. Так, для получения чёрно-белого изображения из цветного достаточно для каждого пикселя выполнить условие **Rs=Gs=Bs=0,3*R+0,58*G+0,12*B**, где Rs, Gs, Bs — новые значения компонент цвета, R,G, B — исходные значения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сортировка шаров. — URL: **https://en.grandgames.net/ballsort** (06.02.25).

2. Шарики в колбах. — URL: **https://yandex.ru/games/app/162893** (06.02.25).

3. Balls in Flasks. — URL: **https://playgama.com/game/balls-in-flasks-sort-puzzle** (06.02.25).

4. **Мамичев Д.** Электронные игры-головоломки "Пятнашки" и "Танграм" на модуле RP2040. — Радио, 2024, № 11, с. 46—49.

***От редакции**. Файлы проекта находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2025/04/shar.zip** на нашем FTP-сервере.*

Ответы на викторину "Платы расширения SparkFun"

("Радио", 2025, № 3, с. 63, 64)

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

1. **Ответ — 1**. Фирма SparkFun разработала стандарт на двухпроводной интерфейс для быстрого монтажа внутриблочных соединений. Особенность — совместимость с I^2C, питание 3,3 В, унифицированный четырёхконтактный разъём JST с уменьшенным шагом между выводами — 1 мм. Экосистема получила название Qwiic (**Q**uick **W**ire **IIC**), причём фирма SparkFun не накладывает лицензионных ограничений на использование интерфейса любому желающему.

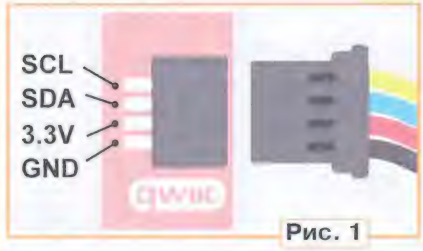


Рис. 1

ПР, поддерживающие Qwiic, могут иметь один или несколько разъёмов с цветовой маркировкой проводов: SCL — жёлтый; SDA — синий; 3,3 В — красный; GND — чёрный (**рис. 1**). Ток через контакты разъёма — не более 220 мА. Соединители имеют конструктивный ключ, поэтому вставить "не той стороной" не получится.

В рассматриваемой схеме, кроме разъёма J2 стандарта Qwiic, присутствует разъём J1 PTH, что расшифровывается как **P**lated **T**hrough-**H**ole. Это площадки со сквозными отверстиями в печатной плате с шагом 2,54 мм, к которым подпаивают провода. Обозначаться на схеме они должны по-другому, не так, как разъём, но в перечне УГО от SparkFun это не предусмотрено [1].

2. **Ответ — 0 или 1**. В плате Flex Glove для перчаток виртуальной реальности (**рис. 2**) используются

Рис. 2

плёночные тензорезисторы (от лат. tensus — напряжённый, resisto — сопротивляюсь). Тензорезистор R6 вместе с резистором R4 образуют делитель напряжения, сигнал с которого поступает на АЦП U1 через повторитель на ОУ U4. При сгибании пальцев в перчатках тензорезистор изменяет сопротивление, и, соответственно, напряжение на входе АЦП тоже изменяется.

Вопрос викторины содержит подвох. Говоря о чувствительности, надо обязательно уточнять, к чему она относится, иначе оба ответа будут правильными. В частности, если подразумевается чувствительность самого тензорезистора (разность изменения сопротивления по отношению к разности изменения длины проводящего слоя), то она от поданного напряжения практически не зависит. А вот чувствительность всего датчика Flex Glove прямо пропорциональна напряжению питания.

Пример. Пусть в исходном состоянии R4 = R6 = 100 кОм, на вход АЦП поступает напряжение V_1 = VCC·R4/(R4 + R6) = VCC·100/(100 + 100) = = 0,5VCC. При деформации тензорезистора его сопротивление понижается: R6' = 80 кОм, напряжение на входе АЦП увеличивается: V_2 = VCC·100/(100 + 80) = 0,55VCC·.

Чувствительность датчика определяется по формуле S[В/кОм] = $(V_2 - V_1)$/(R6 – R6') = VCC·(0,55 – 0,5)/(100 – – 80) = 0,05/20VCC. При напряжении питания VCC = 2,7 В чувствительность S_1 = 2,7·0,05/20 = 0,00675 В/кОм, при напряжении питания 5,5 В — S_2 = = 5,5·0,05/20 = 0,01375 В/кОм. Следовательно, АЦП во втором случае сможет оцифровать более мелкие движения пальцев, и реакция будет точнее.

3 **Ответ — 1**. Супрессор D1 защищает от коротких импульсных помех, поэтому постоянная подача на него высокого напряжения, более 24 В, приведёт к аварии. На этом ответ можно было бы закончить, но...

U1 — это аналоговый пироэлектрический инфракрасный датчик присутствия EKMC4607112K фирмы Panasonic. Напряжение питания — не более 7 В, типовой ток потребления — 170 мкА. Защитный супрессор D1 в цепи питания 3,3 В снижает риск повреждения от электромагнитных наводок и электростатического разряда (на теле человека может накапливаться потенциал до 3...15 кВ).

Единственное, что порог срабатывания супрессора D1 слишком большой. Возможно, разработчик понадеялся на стандартную формулировку, что опасным для полупроводников является потенциал выше 30 В. Но в подобных случаях предпочтительнее низковольтные супрессоры, наподобие ESD5V0LBA фирмы Sunco. Они имеют напряжение "пробоя" 5,1 В и ставятся в цепях VBus интерфейса USB.

4 **Ответ — 1**. PCA9615 фирмы NXP — это микросхема удлинителя шины I²C. Она преобразует двухуровневые сигналы SCL, SDA в дифференциальные пары: DSCL–, DSCL+ и DSDA–, DSDA+. Эти сигналы поступают через разъём J3 в кабельный тракт длиной до нескольких десятков метров, затем на такую же микросхему PCA9615 с противоположной стороны.

Если присмотреться, то получается некий аналог шины RS-485, требующий согласования волновых сопротивлений и установки "антизвонных" резисторов. Судя по сопротивлению резисторов R2, R5, волновое сопротивление кабеля должно быть близким к 100 Ом, что соответствует параметрам сетевого кабеля Ethernet Cat 5.

Телефонный провод ТРП-2 × 0,4 (витая "лапша" для абонентской проводки внутри помещений) имеет волновое сопротивление около 330 Ом,

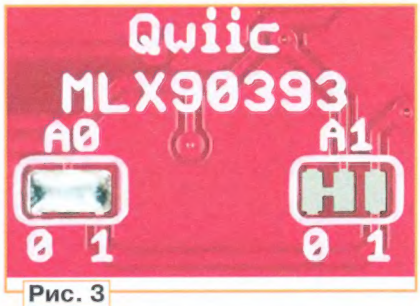


Рис. 3

поэтому для связи на длинные расстояния в этом ПР не рекомендуется.

5 **Ответ — 0**. Pulsed Coherent Radar — это радиолокационный дальномер, являющийся альтернативой ультразвуковым и инфракрасным измерителям расстояния. Состоит из базовой платы Breakout, на которой распаян модуль XM125, содержащий в центре чип A121 фирмы Acconeer. Радар чипа работает в диапазоне миллиметровых волн 57...64 ГГц в экономичном импульсном режиме.

Возможности чипа A121 не ограничиваются обнаружением поверхности — он может "видеть" сквозь стены, шкафы и даже карманы (в зависимости от материала). Измерение расстояний в пределах 20 м производится с точностью 2,6...5 мм [2].

Фирмы SparkFun и Acconeer поставляют бесплатное ПО, способное различать неподвижные объекты и движущиеся цели, измерять скорость, вести протоколирование с построением графиков, а также распознавать жесты.

Приёмная и передающая антенны находятся внутри чипа A121 и имеют конструкцию сложенного диполя с заземляющей поверхностью подложки. Такая технология называется AiP (**A**ntenna **i**n **P**ackage). Максимум "луча" диаграммы направленности проходит перпендикулярно плоскости чипа, а значит, и ПР. Внешнего разъёма для подключения наружной антенны не предусмотрено.

6 **Ответ — 1**. Джамперами SJ3, SJ4 выбирается адрес на шине I²C трёхосевого цифрового магнитометра MLX90393 фирмы Melexis. Соединение центральной площадки джампера с верхним по схеме полукругом эквивалентно установке лог. 1, с нижним полукругом — лог. 0.

Джамперы представляют собой фигурные проводники на печатной плате, доступные для заливки припоем. Расстояния между площадками небольшие, поэтому капля припоя может легко закоротить верхний и нижний полукруги, что приведёт к короткому замыканию по питанию между цепями 3,3 В и GND (**рис. 3**).

Чтобы этого не произошло, применяют токоограничивающие килоомные резисторы. Их обычно ставят в разрыв цепи 3,3 В. Установка резисторов последовательно с центральными площадками джамперов SJ3, SJ4 бесполезна.

7 **Ответ — 0**. Qwiic Twist — это квадратурный энкодер с микроконтроллерной (МК) обработкой сигналов. Сердцем устройства является МК ATtiny84, к которому подключаются механический энкодер с кнопкой и трёхцветный светодиод.

Связь МК с внешним миром осуществляется через шину I²C. Адрес МК на шине задаётся программно в интервале 0x08—0x77, что позволяет подключать к системе более 100 энкодеров.

Если перемычка J7 ADR замкнута, то адрес МК на шине I²C принудительно устанавливается 0x3E, независимо от прежнего "программного" адреса. Это механизм аппаратной безопасности при ремонте и отладке, а также на тот "пожарный" случай, когда пользователь забудет логический адрес МК или произойдёт сбой.

8 **Ответ — 0**. Термодатчик Qwiic TMP117 измеряет температуру окружающей среды с повышенной "медицинской" точностью ±0,1 °C. Это в пять раз лучше, чем у распространённых микросхем DS18B20. Цена точности — более длительное время стабилизации показаний и необходимость применения специальных мер для уменьшения тепловой массы, создания тепловой изоляции и улучшения теплообмена между телом нагрева и датчиком [3].

В рассматриваемом случае два фигурных выреза в печатной плате служат тепловым барьером, чтобы тепло, например, от включённого светодиода на ПР не нагревало стеклотекстолит вблизи датчика и не искажало показаний температуры.

9 **Ответ — 0**. BNO086 — это модуль, используемый в роботизированных колёсных платформах. Внутри него находятся цифровые датчики определения местоположения в пространстве (акселерометр, гироскоп, магнитометр), которые подключаются к 32-разрядному МК Cortex-M0+ и управляются по шине I^2C.

Модуль можно программно настроить на выдачу информации в одном из четырёх интерфейсов: I^2C, SPI, UART, UART-RVC, при этом используются совмещённые линии портов МК на выводах U4:19 и U4:20. В интерфейсах I^2C, SPI и UART задействуются обе линии, а в интерфейсе UART-RVC — только одна (передатчик по выводу U4:20).

Для справки, интерфейс UART-RVC используется в роботах-пылесосах **R**obot **V**acuum **C**leaners. Физически это односторонний UART, через который передаются специальные пакеты данных, содержащие сведения об ускорении (вращении, наклоне, ориентации устройства) с частотой 100 Гц при скорости передачи 115200 бод.

10 **Ответ — 0**. Модуль ZED-F9P входит в ПР GPS-RTK2. Он может использоваться как самостоятельный приёмник GPS, так и компонент системы RTK (**R**eal-**T**ime **K**inematic) [4], что повышает точность позиционирования GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou до ±1...2,5 см. На **рис. 4** показана схема взаимодействия компонентов RTK в интерпретации нейросети.

В GPS-RTK2 имеется разъём J13, предназначенный для подключения внешней ВЧ-антенны, которая может быть как пассивной, так и активной с усилением до 30...40 дБ. В последнем случае питание на антенну поступает с вывода 7 модуля U3; ток нагрузки — 15...20 мА, напряжение — 3 В (V_RF — **V**oltage **R**adio **F**requency).

Высокочастотный дроссель FB1 должен иметь реактивное сопротивление более 500 Ом на частотах 1...1,8 ГГц, чтобы не шунтировать антенный сигнал. Конденсатор C1 служит фильтром. Резистор R14 ограничивает ток на случай КЗ в антенном тракте.

11 **Ответ — 1**. Decade Resistance Box — это магазин сопротивлений 0—999,99 кОм с шагом 10 Ом. Содержит пять однотипных секций с разными резисторами и 10-позиционными роторными переключателями, которые соединяются последовательно.

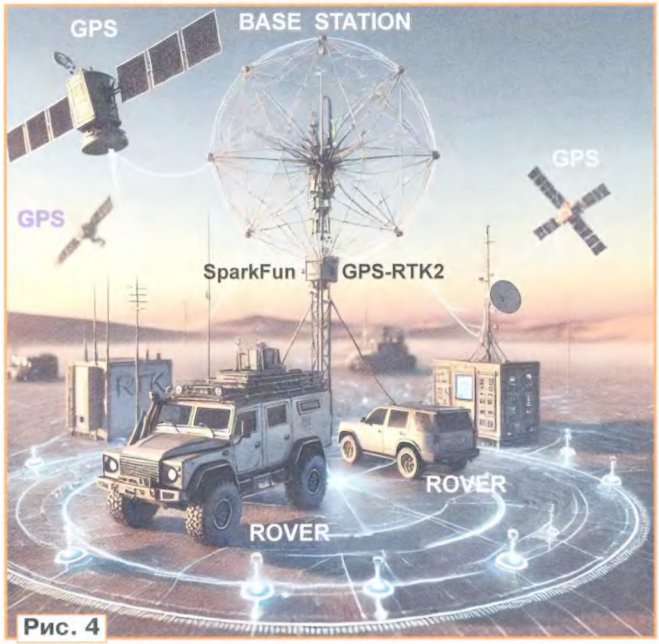


Рис. 4

12 **Ответ — 1**. Аналоговый MEMS-микрофон ICS-40180 фирмы InvenSense имеет высокое соотношение сигнал/шум — 65 дБА, полосу частот от 60 Гц до 20 кГц и повышенную устойчивость к радиопомехам.

Сигнал с микрофона усиливается ОУ на микросхеме OPA344 фирмы Texas Instruments. Частотную характеристику усилителя определяют цепи C1R3 (ФВЧ) и C3R4 (ФНЧ).

Моделирование в бесплатной программе LTspice фирмы Linear Technology (сейчас в составе Analog Devices) показывает, что полоса пропускания усилителя на уровне –3 дБ в целом соответствует надписи на полях электрической схемы 7,2 Гц...19,7 кГц (**рис. 5**). Однако общая полоса пропускания всего ПР будет меньше из-за микрофона, т. е. от 60 Гц до 19,7 кГц.

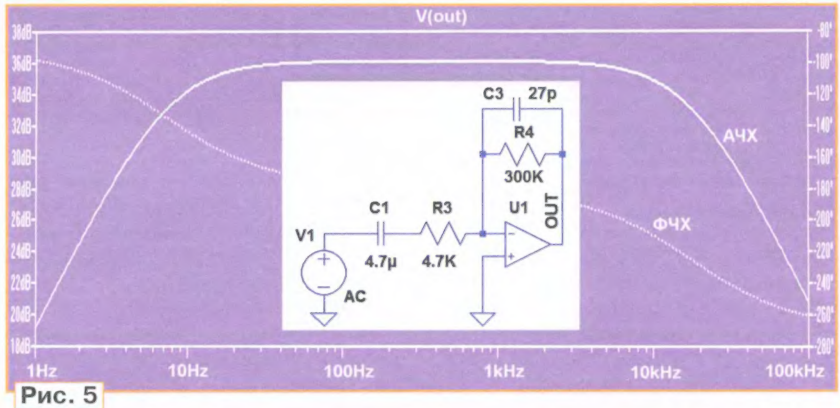


Рис. 5

В каждой секции входной сигнал подаётся на центральный контакт переключателя. Выходной сигнал OUT может сниматься с резистора R1 или R9. В первом случае увеличение набора сопротивлений происходит вращением переключателя по часовой стрелке, во втором — против неё.

"Ручки громкости" в данном магазине сопротивлений вращаются по часовой стрелке, что соответствует правилам эргономики [5]. Физически это удобно, поскольку мышцы, вращающие правую руку по часовой стрелке (90 % людей правши), крупнее и мощнее, чем мышцы, вращающие её против часовой стрелки.

ЛИТЕРАТУРА

1. How to Read a Schematic. — URL: **https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-read-a-schematic** (10.01.25).

2. SparkFun Pulsed Coherent Radar Sensor. — URL: **https://www.sparkfun.com/products/24540** (10.01.25).

3. Особенности проектирования платы для датчиков температуры поверхностного монтажа. — URL: **https://cxemka.com/58-osobennosti-proektirovanija-platy-dlja-datchikov-temperatury-poverhnostnogo-montazha.html** (10.01.25).

4. Высокоточная навигация GNSS RTK. — URL: **https://habr.com/ru/articles/648247/** (10.01.25).

5. Уроки эргономики. — URL: **https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@europe/@ro-geneva/@sro-moscow/documents/publication/wcms_312472.pdf** (10.01.25).

НАВИГАЦИЯ И СВЯЗЬ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

IV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ — ЗАЩИТНИКАМ ОТЕЧЕСТВА!

14–15 МАЯ 2025
МОСКВА, ВДНХ
ПАВИЛЬОН № 57

ОРГАНИЗАТОР

БИЗОН ОБЪЕДИНЕНИЕ ВЫСТАВОЧНЫХ КОМПАНИЙ

NAVICOMEXPO.RU

Dr.WEB®
Сделано в России

ЗАЩИТИ СОЗДАННОЕ

Dr.Web Security Space
защитит ваш цифровой МИР

Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга

Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО

Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях

Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения

Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств

Защита детей

Родительский контроль

- ✓ **Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО**
- ✓ **Круголосуточная техническая поддержка**
- ✓ **Бонус для покупателей — защита для Android**

Поддерживаемые ОС

ANDROID

Техподдержка компании «Доктор Веб»:
https://support.drweb.ru

Сайты компании «Доктор Веб» в социальных сетях:
https://www.drweb.ru/user/social

Сайты компании «Доктор Веб»:
https://антивирус.рф
https://drweb.ru

© ООО «Доктор Веб», 2021
125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный)
факс: +7 495 789-45-97